Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

42. JAHRGANG **HEFT 13** (ERSTES JULIHEFT) **1955**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE

Über die Fluggeschwindigkeit der Bienen und über ihre Richtungsweisung bei Seitenwind. Von K. v. Frisch und M. Lindauer 377

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Zuschrift zu der Arbeit „Logische und mathematische Fassung des diagnostischen Schlusses". Von K. Zoller 386
Erwiderung auf die vorstehende Zuschrift. Von P. Decker und K. Dirr 386
Das elasto-plastische Hohlraumproblem. Von W. Dreyer . . 386
Über trockene Reibung bei einigen Aluminiumlegierungen und Stählen. Von F. Bollenrath und H. Grefkes 387
Magnetische Kügelchen und Meteore. Von H. Pettersson . 387
Die diamagnetische Suszeptibilität aromatischer Verbindungen. Von J. Schuyer 388
Neue Messungen der homogenen Austauschgeschwindigkeit zwischen Wasserstoff und Deuterium. Von G. Boato, G. Careri, A. Cimino, E. Molinari und G. G. Volpi 388
Mischbarkeit im System TiO_2—SnO_2. Von J. Lietz und G. Nodop 389
Geordnete Kristallisation in ionotropen Gelen. Von H. Thiele und H. Krönke 389
Eine neue Glycerinsynthese. Von W. Langenbeck und M. Bollow 389
Über die Zersetzung des Harnstoffes. Von Y. Kauko und O. Alpaut 390
Eine Methode zur quantitativen Bestimmung der Licht-Phosphorylierungsgeschwindigkeit. Von O. Kandler . . 390
Über die Trennung von Pflanzenproteinen mit Hilfe der Hochspannungs-Papierelektrophorese. Von G. Schneider und G. Sparmann 391
Über die Isolierung weiterer Inhaltsstoffe aus den Wurzeln von *Rauwolfia canescens* L. Von J. Keck 391
Eine Methode zur Erfassung kleinster Histaminmengen. Von F. Schmidt und I. Gruhn 391
Über die Isolierung und Bestimmung des Histamins mit Hilfe der Papierchromatographie. Von F. Schmidt und D. Vorheier 392
Eine biochemische Wirkung des Vitamins A. Von K.-H. Niesar 392
Über die Teilnahme des Trimethylamins in pflanzlichen Infektionsprozessen. Von A. St. Garay 393
Die Hemmung der progressiven Transformation der Nebennierenrinde durch Androsteronpropionat. Von G. Gillissen und I. Gillissen 393
Über die Erdalkalien des Muskels: Ihr Einfluß auf die Muskelhydratation und die Bestimmung ihrer Bindungsfestigkeit. Von R. Hamm 394
Regression maligner Tumoren durch Injizierung und perorale Verabreichung von zytostatischen Antimetaboliten. Von F. Windisch, W. Heumann, K. Linser und H. Langer . 394
Streptomycinempfindlichkeit der Sporen von Streptomyces griseus. Von I. Horváth und M. Natonek 395
Die submikroskopische Struktur der Chromoplasten. Von K. Steffen und F. Walter 395
Zur Evolution prämitotischer Vererbungsmechanismen. Von R. Wette 396
Zur Kultur der Cyanophyceen. Von G. Drews 397
Vorgänge am Fettkörper bei langfristig anaerob lebenden *Chironomus*-Larven. Von O. Harnisch 397
Die Entwicklung von Halbkeimen bei Bithynia tentaculata L. Von O. Hess 398
Über die Bestimmung der Retention radioaktiver Aerosole im menschlichen Atemtrakt. Von K. Aurand, W. Jakobi und A. Schraub 398
Leukämien bei der Maus nach Injektion von homologen Geschwulstfiltraten. Von H. Bielka, A. Graffi und F. Fey 399

BESPRECHUNGEN

J. C. E. Simpson, Condensed Pyridazine and Pyrazine Rings (Cinnolines, Phtalazines, and Quinoxalines). (Ref.: A. Treibs) 399
Kl. Hofmann, Imidazole and its Derivatives. (Ref.: A. Dornow) 400
Physiologische Strahlenwirkungen im Bereich der Zelle. (Ref.: W. Luther) 400
Berichtigung 400

Polystyrol

Erster Teil: Herstellungsverfahren und Eigenschaften der Produkte. **(Chemische Technologie der Kunststoffe in Einzeldarstellungen.** Herausgegeben von Dipl.-Ing. Dr. techn. **Franz Kainer.)** Von Dr. phil. nat. **Helmut Ohlinger,** Chemiker und Betriebsgruppenleiter in der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik-AG, Ludwigshafen a. Rh. Mit 22 Abbildungen. VIII, 155 Seiten Gr.-8°. 1955. Ganzleinen DM 19.80

Inhaltsübersicht: Einleitung. **I. Äthylbenzol (Vorprodukt):** Eigenschaften und Vorkommen. Versuche zur Herstellung von Äthylbenzol. Technische Verfahren: Äthylbenzolfabrikation bei der Badischen Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen a. Rh. Amerikanische Alkylierungsmethoden. — **II. Monomeres Styrol:** Eigenschaften und Vorkommen. Herstellungsmethoden für Styrol. Technische Verfahren zur Herstellung von Styrol: Die Chlorierung von Äthylbenzol in der Seitenkette und HCl-Abspaltung aus dem Chloräthylbenzol zu Styrol. Die katalytische Oxydation von Äthylbenzol zu Acetophenon, Reduktion dieser Verbindung zu Phenylmethylcarbinol und Wasserabspaltung daraus zu Styrol. Die katalytische Dehydrierung von Äthylbenzol zu Styrol. Seitenkettensubstituierte Styrole. Im Kern substituierte Styrole. Stabilisierung des Styrols. Chemische Reaktionen des monomeren Styrols. — **III. Polystyrol:** Geschichtliche Entwicklung der Polymerisation und die dabei entwickelten Vorstellungen. Die technische Durchführung der Styrolpolymerisation. Die Polymerisation in homogener Phase (Blockpolymerisation). Lösungspolymerisation des Styrols. Emulsionspolymerisation des Styrols. Die Suspensions- oder Perlpolymerisation des Styrols. Mischpolymerisation des Styrols. — **Literatur.** — **Namenverzeichnis.** — **Sachverzeichnis.**

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Euchen*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 24 92 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag

Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel.: 47 17.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

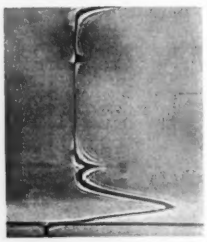
Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Aus unserem Fertigungsprogramm zeigten wir auf der ACHEMA XI:



Laborzentrifuge ‚PIROUETTE' 15.000 UpM, 450 cm³
Kühlzentrifuge ‚EISPIROUETTE' 14.500 UpM, 450 cm³
Ultrazentrifuge 50.000 UpM für Molekulargewichte bis 1000, mit automatischer Protokolleinrichtung und Zusatzapparatur für Diffusionsmessungen
Elektrophoresis für präparative Aufgaben
Schlierenkamera allgemein verwendbar und eingerichtet für die Verfahren nach Toepler, Philpot-Svensson, Lamm, Rayleigh
Klein-pH-Meßgerät batteriegespeist, tragbar, Elektroden für alle Zwecke, vielseitig anwendbar

Wir beraten Sie gerne kostenlos und unverbindlich

PHYWE AG · GÖTTINGEN
FABRIK WISSENSCHAFTL. APPARATE U. LABOREINRICHTUNGEN

Zweigbüros: Berlin, Hamburg, Frankfurt a. M., Köln, München, Nürnberg, Stuttgart; Auslandsvertretungen
Postfach: 665 - Drahtwort: PHYWE Göttingen - Fernruf: 6393

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

42. Jahrgang Heft 13 (Erstes Juliheft) 1955

Über die Fluggeschwindigkeit der Bienen und über ihre Richtungsweisung bei Seitenwind*) **).

Von K. v. Frisch und M. Lindauer, München.

Bienen, die beim Flug vom Heimatstock zum Futterplatz einem Seitenwind ausgesetzt sind, müßten ohne entsprechende Gegenmaßnahmen in der Richtung des Windes seitlich abgetragen werden. Das geschieht aber nur ausnahmsweise, etwa bei einem plötzlichen heftigen Windstoß. Unmittelbare Beobachtung lehrt, daß sie in der Regel die Abtrift kompensieren. Sie machen es dabei wie ein Fährmann, der sein Boot über einen Fluß steuert: sie stellen sich schräg gegen die Strömung. Je stärker der Seitenwind ist, desto stärker ist die Schrägstellung der Bienen[1]). Wenn sie nun nach der Heimkehr ihren Kameraden durch Schwänzeltänze die Richtung zur Futterquelle anzeigen [*3b, e*], werden sie dann jenen Winkel zwischen Futterquelle und Sonnenstand weisen, der sich bei ihrer kompensatorischen Körperstellung ergeben hat, oder den Winkel zwischen der Luftlinie zum Futterplatz und der Richtung des Sonnenstandes, der bei Windstille ans Ziel führt?

Um diese Frage beantworten zu können, brachten wir — nach einigen Vorversuchen 1952 — in den Jahren 1953 und 1954 ein Beobachtungsvolk jeweils für einige Wochen in die ebenen Wiesenflächen von *Aich* (in der Nähe von Brunnwinkl, St. Gilgen, Salzburger Alpen) und gewöhnten eine Schar numerierter Bienen an einen Futterplatz 210 m vom Stock. Die Flugrichtung vom Stock zum Futterschälchen war 1953 so gewählt, daß bei gutem Wetter der übliche Schönwetterwind (sog. Brunnwind) von links kam, während bei anderer, nicht seltener Wetterlage mit Wind von rechts (Südwind) zu rechnen war (Fig. 1). Im Sommer 1954 vertauschten wir die Lage von Stock und Futterplatz, so daß die Verhältnisse gerade entgegengesetzt waren. In den Morgenstunden gab es meist Windstille oder sehr schwachen Wind. Um für jede Biene, deren Richtungsweisung gemessen wurde, zu wissen, welchen Windverhältnissen sie beim Flug zum Futterplatz und zurück ausgesetzt war, hatten wir auf der 210 m langen Strecke zwischen Stock und Futterplatz bei 70 m und bei 140 m je einen Windmesser der Firma Fuess (Windmesser zur elektrischen Fernanzeige von Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Druckschrift Nr. 215,1, R. Fuess, Berlin-Steglitz) aufgestellt (vgl. Fig. 1)[2]). Diese Windmesser sollten immer dann abgelesen werden, wenn die Biene, deren Tanz wir nach ihrer Heimkehr beobachten wollten, auf ihrem Flug zum Futterplatz und zurück die Stelle passierte. Um diesen Zeitpunkt zu kennen, mußten wir ihre Fluggeschwindigkeit unter verschiedenen Bedingungen in Erfahrung bringen. Dabei erhielten wir einige bemerkenswerte Ergebnisse, die zuerst besprochen werden sollen.

1. Die Abhängigkeit der Fluggeschwindigkeit vom Wind.

Über die Fluggeschwindigkeit der Bienen findet man in der Literatur fast nur Gelegenheitsbeobachtungen und ungenaue Schätzungen. Auf eine Ausnahme (O. W. Park) und auf Beobachtungen aus unserem

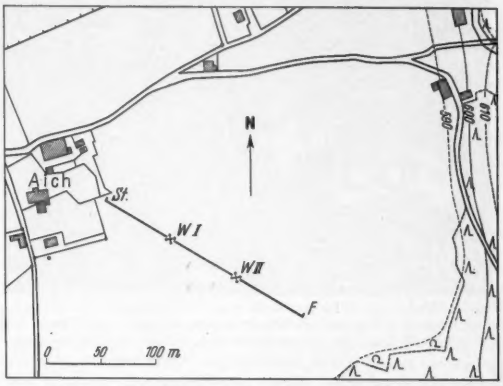


Fig. 1. Versuchsanordnung 1953 in der ebenen Wiesenfläche von Aich. *St* Beobachtungsstock, *F* Futterplatz, *WI* und *WII* die beiden Windmesser. Bei den Versuchen 1954 waren die Plätze von Stock und Futterstelle vertauscht.

Institut, die zum Teil schon weit zurückliegen, aber bisher nicht veröffentlicht wurden, kommen wir noch zurück.

Um zuverlässige Werte zu erhalten, benützten wir nur numerierte Bienen, die auf den Verkehr zwischen Stock und Futterplatz gut eingeflogen waren. Ein Beobachter am Stock stoppte den Augenblick des Abfluges einer Biene ab und meldete ihre Nummer durch ein Feldtelephon dem Betreuer des Futterplatzes. Ein dritter Beobachter war so postiert, daß er die letzte Flugstrecke vor dem Ziel gut übersehen konnte[3]). Er meldete *den Moment des Eintreffens der Biene am Futterplatz* dem Stockbeobachter über das Feldtelephon. Dieser Augenblick wurde abgestoppt[4]). Die Biene schwärmt dann oft eine gute Weile um das Ziel, bevor sie sich setzt. *Das Außerachtlassen der wahren Ankunftszeit am Ende der Flugstrecke hat bestimmt bei früheren Beobachtern oft zur Annahme einer zu geringen Fluggeschwindigkeit geführt.* Aus Vorversuchen war

*) Alfred Kühn zum 70. Geburtstag gewidmet.

**) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Rockefeller Foundation.

[1]) Das hat zur Voraussetzung, daß sie Richtung und Stärke der Abtrift bemerken. Es ist zu vermuten und durch (noch nicht abgeschlossene) Versuche von H. Heran [*5*] sehr wahrscheinlich geworden, daß dies optisch geschieht.

[2]) Herrn Professor R. Geiger sind wir für freundliche Beratung bei der Wahl des Apparates zu Dank verpflichtet.

[3]) Bei günstigen Lichtverhältnissen kann ein geübtes Auge die fliegende Biene schon auf 15 bis 20 m erkennen.

[4]) Ob es die richtige Biene war, läßt sich erst etwas später durch Ablesen ihrer Nummer feststellen, sobald sie sich gesetzt hat. Hält man die Bienenschar klein, so kommt es selten zu einem Irrtum. In diesem Falle wird die Beobachtung natürlich verworfen und eine neue Biene gewählt.

uns bereits angenähert bekannt, wie rasch die Bienen im Durchschnitt flogen und wann sie daher voraussichtlich am ersten und zweiten Windmesser vorbeikommen mußten. Diese Zeiten wurden vom Beobachter am Stock, der die abfliegenden Bienen abgestoppt hatte, mit einer Signalpfeife angezeigt. Zwei Hilfskräfte an den beiden Windmessern mußten im Augenblick des für sie giltigen Pfiffes ihre Ablesungen notieren. Richtung und Stärke des Windes wurden $2^1/_2$ m über dem Boden festgestellt (Fig. 2). Wir konnten uns immer wieder davon überzeugen, daß dies der Flughöhe der Bienen angenähert entsprach[1]). — Bei der Bestimmung der Rückflugzeiten wurde sinngemäß umgekehrt verfahren.

Bei 76 beobachteten Flügen *vom Stock zum Futterplatz*, die sich auf 25 verschiedene Bienen erstreckten,

Fig. 2. Blick vom Windmesser II (im Vordergrunde rechts) gegen Windmesser I (W_I) und Beobachtungsstock (*St*), vgl. Fig. 1. Im Vordergrunde links die Ablesegeräte von Windmesser II für Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

herrschte nahezu oder völlige *Windstille* (Windstärken von 0 bis 0,5 m/sec). Hierbei wurden für die 210 m lange Flugstrecke durchschnittlich 25,5 sec benötigt[2]), was einer *Geschwindigkeit von 8,2 m/sec oder 29,5 km/Std* entspricht. Wenn die Bienen beladen vom Futterplatz zum Stock zurückflogen, brauchten sie im Durchschnitt etwas länger, und die Streuung der Flugzeiten war erheblich größer. Das hängt damit zusammen, daß sie mit ihrer Last nicht selten Rastpausen von unberechenbarer Dauer einschalten. Wir konnten das wiederholt sehen. Für die Beurteilung der wahren Fluggeschwindigkeit hält man sich daher besser an den Hinweg zur Futterquelle.

Um nun den Einfluß von Rückenwind und Gegenwind kennenzulernen, haben wir 1953 die normale Anordnung (Fig. 1) vorübergehend geändert. Wir haben den Futterplatz und die Windmesser so versetzt, daß die Richtung zur Futterquelle der Richtung des üblichen Schönwetterwindes entsprach bzw. — in einer weiteren Versuchsreihe — ihr entgegengesetzt war. Im übrigen blieb das Verfahren dasselbe, wie es oben beschrieben wurde. Aus Gründen, die aus dem folgenden Abschnitt (S. 380) deutlich werden, haben wir zunächst nur Versuche miteinander verglichen, bei denen der Zuckergehalt der gebotenen Futterlösung derselbe war. Fig. 4 bringt unsere Ergebnisse bei Fütterung von konzentrierter (2-molarer) Rohrzuckerlösung. Zum Verständnis der Darstellung sind noch einige Bemerkungen nötig:

Es interessiert uns V_L = die Geschwindigkeit der Biene gegenüber der umgebenden Luft, d.h. *ihre Eigen-Fluggeschwindigkeit*. Diese ist bei Windstille natürlich gleich der beobachteten Geschwindigkeit zwischen Stock und Futterplatz. Bei Gegenwind oder Mitwind ergibt sie sich aus der Summe bzw. Differenz

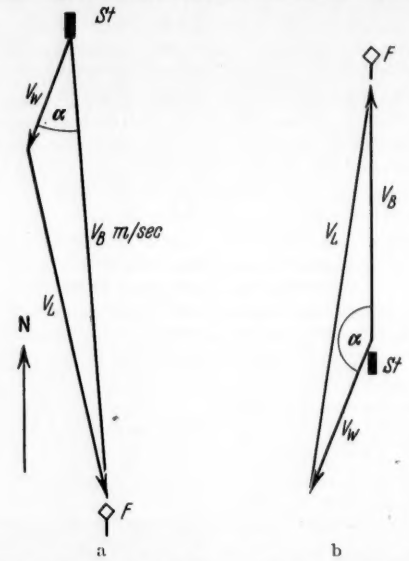


Fig. 3 a u. b. Beispiele für die *Bestimmung der Eigenfluggeschwindigkeit* der Bienen *a) bei Mitwind, b) bei Gegenwind*. *St* Beobachtungsstock, *F* Richtung zum Futterplatz. Die eingetragenen Strecken sind im Verhältnis zueinander richtig und gelten für den Zeitraum von 1 sec. a Biene Nr. 19, 4. 9. 53, 15^{01} Uhr. Futterplatz 4° östl. v. S. Gegeben sind V_B = Geschwindigkeit der Biene gegenüber dem Boden = 9,12 m/sec, V_W = Windgeschwindigkeit (Mittel aus beiden Windmesserablesungen) = 2,35 m/sec, α = Winkel zwischen Windrichtung und Flugrichtung (Mittel aus beiden Windmesserablesungen) = 26,5°. Daraus ergibt sich V_L = Fluggeschwindigkeit gegenüber der Luft *(Eigenfluggeschwindigkeit)* = 7,1 m/sec. b Biene Nr. 17, 8. 9. 53, 13^{18} Uhr. Futterplatz in Richtung Nord. Gegeben sind V_B = 5,12 m/sec, V_W = 3,25 m/sec, α = 157,5°. Daraus V_L = 8,22 m/sec.

von gemessener Fluggeschwindigkeit und Windgeschwindigkeit. Da aber der Wind nur selten genau in der Flugrichtung weht, war V_L auf folgendem Weg zu bestimmen:

Gemessen wurde V_B = die Geschwindigkeit der Biene gegenüber dem Boden auf dem Weg vom Stock zum Futterplatz, ferner V_W = die Windgeschwindigkeit, schließlich die Windrichtung, aus der sich der Winkel α zwischen Flugbahn und Windrichtung ergibt. Für jeden Flug wurde der Mittelwert aus den Ablesungen an beiden Windmessern zur Zeit des Passierens der Biene zugrunde gelegt.

Trägt man die gemessenen Werte V_B, V_W und α zeichnerisch auf, wie es in Fig. 3 a und b für je ein beliebig herausgegriffenes Beispiel bei Rückenwind und Gegenwind geschehen ist, so zeigt V_W, wohin die Biene in 1 sec — ohne Eigentätigkeit — durch den Wind vertragen worden wäre, und V_L stellt demnach ihre tatsächliche Flugleistung pro Sekunde dar. Rechnerisch ergibt sich diese nach dem Kosinussatz aus der Formel:

Für Rückenwind: $V_L^2 = V_B^2 + V_W^2 - 2\,V_B \cdot V_W \cdot \cos\alpha$

für Gegenwind: $V_L^2 = V_B^2 + V_W^2 + 2\,V_B \cdot V_W \cdot \cos(180 - \alpha)$.

In Fig. 4 sind nur die Ergebnisse jener Versuche dargestellt, bei denen 2-molare Zuckerlösung ge-

[1]) Bei starkem Wind pflegten sie etwas tiefer, bei Windstille ein wenig höher zu fliegen als 2,5 m.

[2]) Minimum 22 sec, Maximum 33 sec, wobei aber die Abweichung vom Mittelwert wahrscheinlich schon durch schwachen Gegen- oder Mitwind beeinflußt war.

boten wurde. In den Kurven der Fig. 5 haben wir die Versuche bei Fütterung mit 1 mol, $^1/_2$ mol und $^1/_4$ mol Rohrzuckerlösung mit einbezogen. Alle Werte wurden nach den Ergebnissen des folgenden Abschnittes (vgl. Fig. 7 und 8) durch eine entsprechende Korrektur auf 1 molare Zuckerlösung umgerechnet[1]). In Fig. 4 und 5 ist als Abszisse die Windgeschwindigkeit eingetragen, als Ordinate die errechnete Eigen-Fluggeschwindigkeit

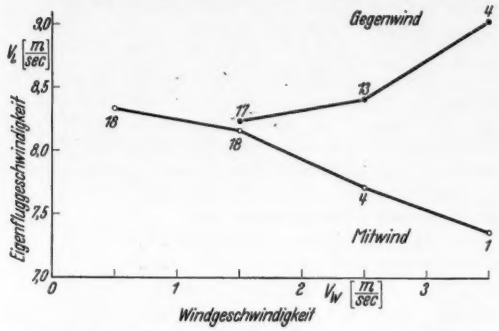


Fig. 4. Die *Eigenfluggeschwindigkeit der Biene bei Mitwind und Gegenwind*, bei Fütterung mit 2-*molarer Rohrzuckerlösung*. Abszisse: Windgeschwindigkeit. Ordinate: Eigenfluggeschwindigkeit der Biene. Die Zahlen bei den Kurvenpunkten bedeuten die Zahl der Beobachtungen, die dem Durchschnittswert zugrunde liegen. Bei „Windstille" (Windstärken von 0 bis 0,5 m/sec) fanden wir eine Fluggeschwindigkeit von 8,2 m/sec (s. S. 378).

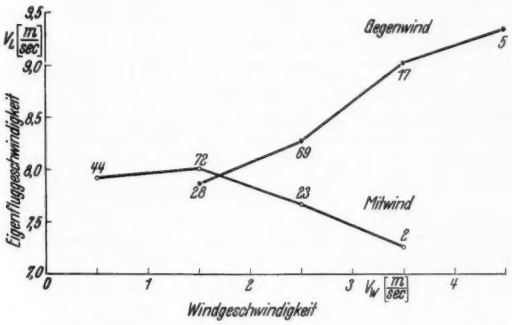


Fig. 5. Die *Eigenfluggeschwindigkeit der Bienen bei Mitwind und Gegenwind. Alle Werte* auf Fütterung mit 1-molarer Zuckerlösung bezogen. Vgl. auch Erklärung zu Fig. 4. Die Differenzen sind bei einer Windstärke von 1 bis 2 m/sec nicht gesichert ($P = 0{,}28$); 2 bis 3 m/sec gut gesichert ($P < 0{,}0002$); 3 bis 4 m/sec gut gesichert ($P = 0{,}001$).

der Biene. Die Werte wurden für Klassen von je 1 m/sec der Windgeschwindigkeiten zusammengefaßt.

Man sieht, daß die Bienen ihre Eigen-Fluggeschwindigkeit bei Gegenwind vergrößern, bei Rückenwind verkleinern. Sie suchen also bei Gegenwind die Hemmung durch erhöhte Anstrengung auszugleichen, wobei sie bei Windstärken von 3 bis 4 m/sec die eigene Geschwindigkeit um rund 1 m/sec (= $3^1/_2$ km/Std) steigerten. Bei Rückenwind lassen sie sich mehr Zeit; aber ob der Ausgleich dasselbe Ausmaß erreicht, können wir nicht sagen, da wir leider für die größeren Windstärken zu wenig Werte haben. Bemerkenswert ist, daß die Bienen erst bei einer Windgeschwindigkeit von 1,5 bis 2 m/sec zu kompensieren beginnen. Von schwächerem Wind lassen sie sich treiben — vielleicht, weil sie ihn nicht bemerken (vgl. Fußnote 1, S. 377).

[1]) Umrechnungsfaktor: (V_L bei 1 mol)/(V_L bei x mol) aus Fig. 7 entnommen.

Wir haben in den Fig. 4 und 5 unter „Mitwind" und „Gegenwind" alle Versuche zusammengefaßt, bei denen die Windrichtung um nicht mehr als 45° seitlich von der Flugrichtung abwich. Eine Überraschung gab es, als wir zum Vergleich die bei *Seitenwind* (Windrichtung um mehr als 45° seitlich zur Flugrichtung) gemessenen Werte zusammenstellten (Fig. 6). Sie bleiben kaum hinter den Werten bei Gegenwind zurück. Wenn dies allgemein gilt — die Zahl der Beobachtungen bei größeren Windstärken ist leider gering —, kann man es wohl nur so deuten, daß sich bei Seitenwind die Änderung der eigenen Geschwin-

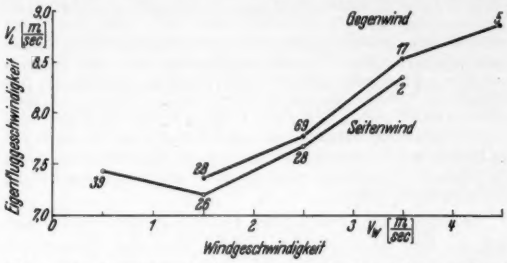


Fig. 6. Die *Eigenfluggeschwindigkeit der Bienen bei Gegenwind und Seitenwind*, bezogen auf Fütterung mit 1 molarer Zuckerlösung. Vgl. auch Erklärung zu Fig. 4.

digkeit nicht nach der in der Flugrichtung gelegenen Windkomponente, sondern nach der Stärke der ganzen Abtrift richtet.

O. W. Park [8 *a*, *b*] hat als erster systematische Beobachtungen über die Fluggeschwindigkeit der Bienen unter Berücksichtigung des Windes durchgeführt. Er fand eine geringere Fluggeschwindigkeit als wir und gibt an, daß sie beim Hinflug zur Futterquelle kleiner war als beim Rückflug. Wir glauben, daß unsere Methode genauer ist. Park verzeichnete nicht den Moment des Eintreffens der Bienen am Ende der Flugbahn, sondern erst den Augenblick des Niedersetzens. Auch wurde der Wind nur zu Beginn und am Ende einer Versuchsreihe gemessen. *Seinen interessantesten Befund* konnten wir aber *bestätigen: daß die Biene bei starkem Gegenwind relativ schneller fliegt und sich bei starkem Rückenwind weniger anstrengt*, so daß die durch den Wind bedingte Hemmung oder Förderung teilweise ausgeglichen wird. Er gibt für die Eigen-Fluggeschwindigkeit (= V_L) folgende Werte an:

Hinflug.

bei *Mitwind*	19,3 km/Std
bei *Mitwind* (andere Biene)	29 km/Std
bei *Gegenwind*	29 km/Std
bei *Seitenwind*	21,4 km/Std
im Durchschnitt	20,1 km/Std.

Rückflug.

bei *Mitwind*	20,9 km/Std
bei *Gegenwind*	25,8 km/Std
bei *Gegenwind* (andere Biene)	25,8 km/Std
bei *Seitenwind*	23,5 km/Std
im Durchschnitt	24,0 km/Std.

In unserem Arbeitskreis sind, in Zusammenhang mit anderen Fragen, wiederholt Beobachtungen über die Fluggeschwindigkeit gemacht, aber noch nicht veröffentlicht worden (Ruth Beutler, H. Dallinger, Gertraud Schifferer, R. Boch, H. Heran). Zunächst hat Beutler den Einfluß von Außenfaktoren auf die Fluggeschwindigkeit bemerkt. Sie ließ ihre eigenen Beobachtungen durch ihren Schüler H. Dallinger [2] erweitern, der auch dem Wind Beachtung schenkte. Er fand im Gegensatz zu uns (aber in Übereinstimmung mit Park) beim Rückflug die Geschwindigkeit größer als beim Hinflug. In Übereinstimmung mit Park und uns stellte er eine Verminderung der Eigen-Fluggeschwindigkeit bei Rückenwind fest und eine Steigerung bei Gegenwind und Seitenwind. Im einzelnen weichen seine Werte zum Teil erheblich von unseren ab, was wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, daß er den Wind nicht am Ort und zur Zeit der einzelnen Bienenflüge messen konnte, sondern für jeden Versuchstag die Durchschnittswerte einer 1,5 km entfernten und um 40 m höher gelegenen Wetterstation zugrunde legen mußte.

Gertraud Schifferer hatte im Rahmen einer Lehramtsarbeit „Über die Entfernungsangabe bei den Tänzen der Bienen" [9] auch deren Fluggeschwindigkeit zu messen. Als Durchschnittswert von 213 Messungen bei Windstille oder Windstärken unter 0,5 m/sec ergab sich eine Fluggeschwindigkeit von 7,7 m/sec[1]), was mit unseren Werten ziemlich gut übereinstimmt. Der Futterplatz war bei diesen Versuchen meist 200 m, nur bei einer Serie (bei 35 von den 213 Messungen) 516 m vom Stock entfernt. — R. Boch stellte bei numerierten Bienen, die einen *6 km entfernten Futterplatz* besuchten, die Fluggeschwindigkeit fest. Er fand in 177 Messungen bei „Windstille" für den Flug zum Futterplatz eine Geschwindigkeit von durchschnittlich 7,7 m/sec[2]). In Übereinstimmung mit uns, aber in noch stärkerem Maße war bei den Rückflügen die Flugzeit länger und die Streuung größer (Rastpausen). — H. Heran (Graz) machte Versuche über die Tänze der Bienen bei Sammelflügen an einem Steilhang, wobei er auch Messungen über die Fluggeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Windes durchführte. Wie Park, Dallinger und wir stellte er eine Steigerung der Eigen-Fluggeschwindigkeit bei Gegenwind, eine Minderung bei Rückenwind fest. Die Kompensation war dabei weitergehend als bei uns, was vielleicht mit den besonderen Verhältnissen am Steilhang zusammenhängt. Bei vergleichenden Versuchen in der Ebene erhielt er bei einer Flugstrecke von 200 m und bei Windstärken von 0 bis 0,5 m/sec als Mittel aus 81 Flügen vom Stock zum Futterplatz eine Fluggeschwindigkeit von 8,4 m/sec. In Übereinstimmung mit Boch und mit uns fand er die Rückflugzeiten länger.

Schifferer, Boch und Heran haben — so wie wir — den Moment des Eintreffens der Biene am Futterplatz und nicht erst den Augenblick des Niedersetzens abgestoppt. Auf die Bedeutung dieses Punktes haben wir schon auf S. 377 hingewiesen. Wie die folgende Zusammenstellung (Tabelle 1) zeigt, stimmen die so gewonnenen Werte — trotz Verschiedenheit der Beobachter, der Bienenvölker, der Versuchsplätze und (teilweise) der Flugweite — gut überein.

Tabelle 1. *Durchschnittliche Fluggeschwindigkeit bei Windstille oder Windstärken bis 0,5 m/sec auf dem Fluge vom Stock zum Futterplatz. Konzentration der gefütterten Zuckerlösungen 2 mol oder 1 mol.* (n = Zahl der Beobachtungen.)

Beobachter	Ort	Flugstrecke	Fluggeschwindigkeit	n
G. Schifferer	Oberpfaffenhofen	meist 200 m	7,7 m/sec = 27,7 km/Std	213
H. Heran	Graz	200 m	8,4 m/sec = 30,2 km/Std	81
v. Frisch und Lindauer	Aich bei St. Gilgen	210 m	8,2 m/sec = 29,5 km/Std	76
R. Boch	bei München	6000 m	7,7 m/sec = 27,7 km/Std	183

2. *Die Abhängigkeit der Fluggeschwindigkeit vom Zuckergehalt des Futters.*

Wir hatten bei unseren Versuchen den Eindruck, daß die Bienen beim Flug zum Futterplatz ihre Geschwindigkeit steigern, wenn das Zuckerwasser in höherer Konzentration geboten wird. Das hat sich in besonders auf diese Frage gerichteten Versuchsreihen bestätigt.

Am 20. 8. 54 haben wir — um zunächst ein Beispiel zu bringen — unseren numerierten Bienen von 8^{47} bis 10^{39} Uhr in mehrmaligem Wechsel $^1/_4$ molares und 1 molares Zuckerwasser geboten. Der folgende Protokollauszug zeigt, daß je 10 Bienen für die 210 m lange Strecke vom Stock zum Futterplatz bei der dünnen Zuckerlösung durchschnittlich 28,1 – 29,8 – 29,3 sec, bei der konzentrierten aber 26,2 – 25,5 – 27,6 sec, im Gesamtdurchschnitt also 29,1 bzw. 26,4 sec benötigt haben.

[1]) Für diese Berechnung haben wir die in der Lehramtsarbeit enthaltenen Werte noch ergänzt durch weitere Daten aus Protokollen, die in die Arbeit nicht mit aufgenommen wurden.

[2]) Es ist bemerkenswert, daß die Fluggeschwindigkeit bei einem so langen Flugweg unverändert bleibt. Die *genaue* Übereinstimmung mit dem Durchschnittswert Schifferers muß natürlich als zufällig betrachtet werden.

Versuch Nr. 107: 20. 8. 54. Sonnig, teilweise bedeckt, 20 bis 22° C, fast windstill, ab 9^{25} Uhr Seitenwind von 1 bis 2,5 m/sec.

Tabelle 2. *Flugzeiten bei Fütterung mit verschieden konzentriertem Zuckerwasser.*

Fütterung mit	Flugzeiten der Einzelbienen in sec	Durchschnitt
8^{00}—9^{05} $^1/_4$ mol	8^{40}—9^{02}: 29–29–28–26–28 29–28–27,5–29,5–27	28,1
9^{05}—9^{27} 1 mol	9^{09}—9^{22}: 27,5–26,5–26,5–27–26,6 27,5–24–25–25–26	26,2
	9^{24}—9^{37}: 24,5–27–26–26–24 27,5–26–26–23,5–24,5	25,5
9^{38}—10^{15} $^1/_4$ mol	9^{51}—10^{01}: 32–29,5–32–29–29,5 31–28,5–26,5–28–32	29,8
	10^{03}—10^{13}: 28,5–30,5–27,5–33–32 28–28,5–28,5–28–28	29,3
10^{15}—10^{40} 1 mol	10^{29}—10^{39}: 28–28,5–28,5–29–28 27–28–26–25–27,5	27,6

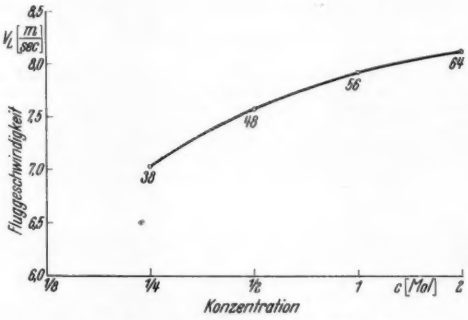


Fig. 7. *Abhängigkeit der Eigenfluggeschwindigkeit* der Bienen *von der Konzentration der Zuckerlösung, Versuche* 1953. Abszisse: molare Konzentration der Rohrzuckerlösung. Ordinate: Eigenfluggeschwindigkeit in m/sec. Zahlen bei den Kurvenpunkten = Zahl der Beobachtungen.

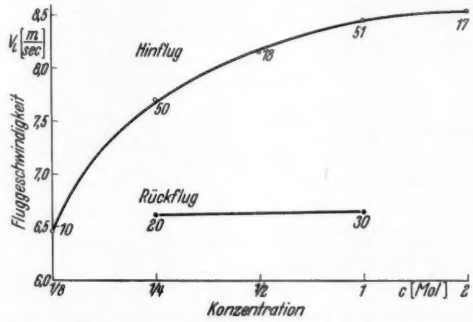


Fig. 8. *Abhängigkeit der Eigenfluggeschwindigkeit* der Bienen *von der Konzentration der Zuckerlösung, Versuche* 1954. Vgl. auch Erklärung zu Fig. 7. *Oben:* Hinflug vom Stock zum Futterplatz. *Unten:* Rückflug.

Für die vergleichende Betrachtung interessiert diese Flugzeit weniger als die Eigen-Fluggeschwindigkeit der Bienen. Wir wissen aus dem vorangegangenen Abschnitt, daß sie durch Mitwind und Gegenwind in entgegengesetztem Sinne beeinflußt wird. Am besten vergleichbar sind daher Versuche unter ähnlichen Windverhältnissen. Wir haben in Fig. 7 (für 1953) und Fig. 8 (für 1954), nach der Konzentration der Zuckerlösung geordnet, die Durchschnittswerte aller Beobachtungen eingetragen, die bei mittleren Wind-

stärken (1 bis 3 m/sec) gemacht worden sind. Bei diesen hält sich die Zahl der Versuche bei Mitwind und Gegenwind ungefähr die Waage[1]). Aus den Windmesserablesungen war für jeden Flug die Abtrift bekannt. Daraus wurde die Eigen-Fluggeschwindigkeit berechnet (vgl. S. 378). Auf diese beziehen sich die Kurven[2]).

Die statistische Berechnung ergab für 1953 (Fig. 7): Die Differenz in der Fluggeschwindigkeit ist in allen Fällen gut gesichert (2 mol gegen 1 mol: $P = 0{,}0005$; 1 mol gegen $^1/_2$ mol: $P < 0{,}0002$; $^1/_2$ mol gegen $^1/_4$ mol: $P < 0{,}0002$. Nach Pätau [7]). — Für 1954 (Fig. 8) ist die Differenz zwischen 2 mol und 1 mol nicht gesichert ($P = 0{,}4$), zwischen 1 mol und $^1/_2$ mol schwach gesichert ($P = 0{,}009$), zwischen $^1/_2$ mol und $^1/_4$ mol ($P = 0{,}0002$) und zwischen $^1/_4$ mol und $^1/_8$ mol ($P < 0{,}0002$) gut gesichert.

Im Jahre 1953 flogen die Bienen also zum Futterplatz, wenn $^1/_4$ molare Zuckerlösung geboten wurde, mit einer Geschwindigkeit von 7 m/sec, aber wenn sie 2 molares Zuckerwasser erhielten, mit 8,1 m/sec — das entspricht rund 25 bzw. 29 km/Std. Im Jahre 1954 kamen noch dünnere Zuckerlösungen zur Anwendung, wobei $^1/_8$ molare Zuckerlösung mit 6,5 m/sec, 2-molare mit 8,5 m/sec angeflogen wurde, was eine Stundengeschwindigkeit von 23,4 bzw. 30,6 km bedeutet. Konzentrationsunterschiede, die durchaus im normalen Schwankungsbereich des Blütennektars liegen (vgl. z.B. [*1a*]), können also die Bienen veranlassen, ihre Fluggeschwindigkeit um 4 bis 7 km/Std zu variieren.

Je mehr Zucker der Nektar enthält, desto wertvoller ist er für das Bienenvolk. Die Sammlerinnen tragen dem Rechnung, indem sie bei jedem Sammelflug ihren Honigmagen um so stärker füllen, je konzentrierter die Zuckerlösung ist; auch werden ihre Werbetänze um so lebhafter, je süßer die Nahrung ist [*3a*]. Als Neuigkeit kommt nun hinzu, daß sie sich auch um so mehr beeilen, an die Stätte ihrer Tätigkeit zu kommen, je besser der Lohn ist, der dort ihrer wartet.

Man kann im Zweifel sein, ob das physiologisch oder psychologisch zu deuten ist. Nach R. Beutler ([*1b*], S. 93) ist der Blutzuckergehalt von Bienen nach 24stündiger Fütterung mit $1^1/_2$ molarer Zuckerlösung etwas höher, als nach gleich langer Fütterung mit $^1/_2$ molarer Zuckerlösung (2,2 gegenüber 1,33%). Es ist denkbar, daß ein höherer Zuckergehalt des Blutes die Fluggeschwindigkeit steigert. Aber es ist zweifelhaft, ob die Unterschiede im Blutzucker, die R. Beutler an ihren gefangen gehaltenen Bienen feststellen konnte, auch für den Trachtflug gelten. Denn nach jeder Heimkehr entleert die Sammlerin ihren Honigmagen und läßt sich unmittelbar darauf als Wegzehrung für den neuen Ausflug von Stockgenossen Futter geben — in einer Menge, die der Entfernung des Zieles vom Heimatstock jeweils angemessen ist [*1c*]. Ihr Brennstoffvorrat ist also nicht der von ihnen selbst gesammelten Tracht gleichzusetzen. Wir halten darum einen psychologischen Zusammenhang für wahrscheinlicher: die größere Eile zur besseren Gaststätte.

Für die *Rückflug*zeiten vom Futterplatz zum Stock ließ sich eine größere Geschwindigkeit bei höherer Konzentration *nicht* nachweisen (vgl. Fig. 8, untere Kurve). Immerhin verdient es Beachtung, daß die Bienen trotz der größeren Last der konzentrierteren Lösung nicht langsamer fliegen. Es sei aber daran erinnert, daß die Rückflugzeiten, wohl wegen der eingelegten Rastpausen, stärker streuen als die Hinflugzeiten und nur mit Vorbehalt zu deuten sind.

Die Fluggeschwindigkeit scheint auch mit höherer *Temperatur* etwas zuzunehmen. Wir haben aber für die Entscheidung dieser Frage zu wenig Material. Bei den Feststellungen über den Einfluß der Konzentration können Temperaturunterschiede keine nennenswerte Rolle gespielt haben, weil die mittlere Temperatur bei den verschiedenen Konzentrationen angenähert dieselbe war.

3. Die Richtungsweisung bei Seitenwind.

Die Flugstrecke und die Aufstellung der Windmesser 1953 ist aus Fig. 1 (S. 377) ersichtlich. Wir haben schon erwähnt, daß 1954 die Plätze von Stock und Futterplatz miteinander vertauscht waren. Für die zum Futterplatz fliegenden Bienen kam also 1953 bei gutem Wetter in den Mittagsstunden der Wind in der Regel von links, „Südwind" von rechts; 1954 war es umgekehrt.

Bei den Versuchen gingen wir folgendermaßen vor: Am Stock wurde der Abflug einer numerierten Biene abgestoppt. Auf Grund unserer Kenntnisse von der Fluggeschwindigkeit wurden die beiden Windmesser zur Zeit des Vorüberfliegens abgelesen. Der Beobachter am Futterplatz erfuhr durch das Feldtelephon die Nummer der Biene und teilte den Moment ihres Abfluges von dort mit, so daß auch beim Rückflug beide Windmesser zu den gegebenen Zeiten abgelesen werden konnten. Schließlich wurde im Stock der Tanzwinkel dieser Sammlerin gemessen. Inzwischen konnte bereits eine weitere abfliegende Biene zu Protokoll genommen werden usf.

Wir glauben, daß für die Richtungsweisung der Biene die Eindrücke maßgebend sind, die sie auf dem *Hin*flug zur Futterquelle empfängt. Das ist unter anderem deshalb anzunehmen, weil sie — ganz offenkundig bei Tänzen auf horizontaler Fläche — die Richtung des *Hin*weges anzeigt. Wir können allerdings nicht beweisen, daß sie die Eindrücke beim Rückflug nicht irgendwie mit verwertet. Darum haben wir die Ergebnisse nicht nur für die Windverhältnisse bei den Hinflügen, sondern auch für die Windverhältnisse bei den Rückflügen und bei den Hin- *und* Rückflügen berechnet. Es kam dabei nichts anderes heraus. Wir legen daher für die folgenden Betrachtungen nur den Wind beim *Hinflug* zugrunde.

Bevor wir die Frage prüfen, wie sich ein Seitenwind auf die Richtungsweisung auswirkt, bringen wir das Protokoll einer Messungsreihe bei relativer Windstille, um ein Bild von der Genauigkeit der Richtungsweisung zu vermitteln. Bei der Ablesung des Tanzwinkels war dem Beobachter unbekannt, welcher Wert zu erwarten war. Der Sonnenazimut wurde immer erst nachträglich aus unseren Kurven abgelesen und so für jeden Tanz der *Fehler* festgestellt, d.h. die Differenz zwischen dem tatsächlichen und dem von der Biene angezeigten Sonnenwinkel zur Zeit des Tanzes. Unter Sonnenwinkel verstehen wir den Winkel zwischen Azimut des Futterplatzes und Azimut der Sonne.

Protokollauszug vom 29. 8. 53. Fast wolkenlos, Temperatur von 15 bis 19° ansteigend. Windstill oder leichter Wind, meist unter 1 m/sec, angenähert in der Richtung vom Stock zum Futterplatz. Von 9^{24} bis 11^{24} Uhr wurden 30 Tänze gemessen. Die folgende Zu-

[1]) Bei geringeren und größeren Windstärken sind in unseren Protokollen entweder Versuche mit Rückenwind oder solche mit Gegenwind in der Überzahl. Dieses Material ist daher für die vorliegende Auswertung weniger geeignet.

[2]) Eingetragen wurde der Mittelwert zwischen den getrennt berechneten Mittelwerten für Mitwind und Gegenwind.

sammenstellung (Tabelle 3) bringt aus dem Protokoll nur die Nummer der Biene, die Zeit des Tanzes und den Fehler der Richtungsweisung; das Vorzeichen gibt an, ob der von der Biene angezeigte Winkel zu groß oder zu klein war.

Tabelle 3. *Fehler der Richtungsweisung (R.wsg.) in Graden.*

Biene Nr.	Zeit des Tanzes	Fehler der R.wsg. (°)	Biene Nr.	Zeit des Tanzes	Fehler der R.wsg. (°)
17	9^{30}	−0,5	57	10^{21}	+1,5
47	9^{35}	+4	40	10^{26}	+4
42	9^{40}	0	40	10^{40}	−1
53	9^{44}	−0,5	53	10^{44}	−7
39	9^{48}	+3,5	39	10^{47}	+2
47	9^{52}	+3,5	32	10^{50}	+1
31	9^{56}	−2	53	10^{53}	+3,5
42	10^{02}	−2	40	10^{55}	−0,5
31	10^{05}	0	32	10^{59}	+1
40	10^{09}	+1	42	11^{02}	+3
53	10^{13}	0	47	11^{06}	−5,5
53	10^{16}	−1	39	11^{10}	+5
41	10^{21}	−1	31	11^{14}	+1,5
53	10^{25}	+0,5	41	11^{19}	−2,5
32	10^{27}	+0,5	31	11^{22}	+4

Die Richtungsweisung der Bienen war also bei diesen 30 Tänzen höchstens um 7°, durchschnittlich um 2° falsch und streute zwischen −7° und +5°. Bedenkt man, daß in diesen Abweichungen nicht nur die Fehler der Tänzerinnen, sondern auch die Ablesungsfehler des Beobachters und die Ungenauigkeiten unserer Azimutkurven[1]) enthalten sind, so erscheint die Exaktheit ihrer Nachrichtenübermittlung erstaunlich. Haben sie doch als Meßinstrumente allein ihre Sinneswerkzeuge, und dabei übertragen sie noch beim Tanz auf der Wabe den *gesehenen* Sonnenwinkel aus dem Gedächtnis auf den Winkel zur Schwerkraft!

Eine Schwierigkeit für unser Vorhaben ergibt sich aber daraus, daß die von den Bienen angezeigte Richtung nicht immer so schön stimmt, sondern — mit *unseren* Augen betrachtet — oft erheblich von der wahren Richtung zum Futterplatz abweicht. Mißweisungen bis zu 40 bis 50° fanden schon vor längerer Zeit ihre Erklärung darin, daß die Tänzerinnen durch das Glasfenster des Beobachtungsstockes Ausblick nach blauem Himmel hatten und somit — Dank ihrer Fähigkeit, die Schwingungsrichtung polarisierten Lichtes wahrzunehmen — den Sonnenstand erkannt hatten. Ihr Tanzwinkel war ein Kompromiß zwischen der Ausrichtung nach der Schwerkraft und nach dem Sonnenstande [*3c, d*][2]). Man kann *diese* Mißweisung ausschalten, indem man den Tänzerinnen den Ausblick nach dem Himmel verwehrt. Das war in unseren hier besprochenen Versuchen durch entsprechend angebrachte Zeltplanen stets geschehen.

Aber auch dann verbleibt meistens eine „*Rest-Mißweisung*" (vgl. v. Frisch 1949, S. 145, Fig. 7). Auch in dieser liegt ein System. Es handelt sich bestimmt nicht um Ungenauigkeiten der Bienen, nicht um zufällige Abweichungen. Als Beispiel mag der folgende Protokollauszug dienen:

2. 9. 53, wolkenlos, warm. Schwacher Wind (meist 0,5 bis 1 m/sec) aus NO oder NNO, manchmal völlige Windstille. Von 17^{51} bis 18^{48} Uhr wurden 10 Tänze gemessen:

[1]) Sie waren ja nicht für astronomische Zwecke berechnet. Zur Vereinfachung wurden Ungenauigkeiten bis etwa $^1/_2$° hingenommen.

[2]) Für das Bienenvolk liegt offenbar keine „Mißweisung" vor, da die Stockgenossen, die den Tanz verfolgen, den gleichen Einflüssen unterliegen wie die Tänzerin. In einem besonders darauf gerichteten Versuch (noch nicht veröffentlicht) ließ sich zeigen, daß sie auch bei erheblicher „Mißweisung" den Futterplatz in der zutreffenden Richtung suchen.

Tabelle 4. *Fehler der Richtungsweisung (R.wsg.) in Graden.*

Biene Nr.	Zeit des Tanzes	Fehler der R.wsg. (°)	Biene Nr.	Zeit des Tanzes	Fehler der R.wsg. (°)
56	17^{51}	+12,5	40	18^{12}	+13
40	17^{54}	+12,5	32	18^{17}	+12,5
32	18^{01}	+9	40	18^{21}	+8,5
16	18^{04}	+10,5	16	18^{21}	+6,5
16	18^{08}	+9,5	57	18^{48}	+8

Der von den Tänzerinnen angezeigte Winkel war gegenüber dem wirklichen Sonnenwinkel ausnahmslos *zu groß*, durchschnittlich um 10,3°; dabei war aber die Streuung (+6,5 bis +13°) noch geringer als im erst erwähnten Versuch. In anderen Fällen haben die Bienen *zu kleine* Winkel angezeigt. Der Sinn und die Größe der Abweichung ist von der Tageszeit, aber

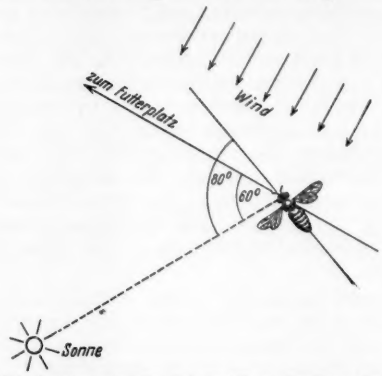


Fig. 9. Die *kompensatorische Schrägstellung* der Biene bei Seitenwind von rechts. Tatsächlicher Sonnenwinkel = 60°. Von der Biene gesehener Sonnenwinkel = 80°.

auch von anderen Umständen abhängig. Die Ursache ist noch ungeklärt. Untersuchungen darüber sind im Gange.

Für unsere Arbeit ergibt sich die Frage, ob etwa diese „Mißweisungen" mit dem Wind zusammenhängen; ob also zwischen ihnen und dem jeweils herrschenden Wind eine Beziehung besteht.

Fig. 9 soll das Problem noch verdeutlichen. Der lange Pfeil sei ein Teil der Flugstrecke zum Futterplatz in Richtung 30° n. v. W. (1954). Um die Abtrift durch den von rechts kommenden Wind auszugleichen, stellt die Biene ihre Körperlängsachse z. B. um 20° schräg nach rechts vom Ziel. Der Futterplatz liegt zur Zeit unter einem Sonnenwinkel von 60°, für die Biene aber infolge ihrer Schrägstellung unter 80°. Wird nun bei ihrem Tanz ein Fehler von +20° festzustellen sein? Wird sie also ihren Kameraden jenen Sonnenwinkel angeben, der sie unter den augenblicklichen Windverhältnissen zum Futterplatz führt?

Es sei bemerkt, daß die abfliegenden Bienen bei Seitenwind die Abtrift zunächst fast immer etwas überkompensiert haben, so daß die Flugbahn in leichtem Bogen gegen den Wind verläuft, während bei Windstille recht genau die Luftlinie zum Ziel eingehalten wurde. Das gilt sowohl für den Hinflug wie für den Rückflug. Um den Flugweg besser beurteilen zu können, haben wir vorübergehend auf der Höhe der Windmesser quer zur Flugbahn Visierstangen in Abständen von 5 m aufgestellt (Fig. 10). Bei guter Beleuchtung konnte ein Beobachter mit Fernglas die Bienen etwa über die halbe Flugstrecke sehen und

erkennen, wo sie zwischen den Stangen durchflogen. Ein seitliches Ausbiegen um etwa 5 m pflegte erst bei Seitenwind von mehr als 2 m/sec vorzukommen, ein seitliches Abweichen um mehr als 10 m war (bei Seitenwind bis zu 3 bis 4 m/sec) selten.

Wir haben auch versucht, den Winkel zu messen, um den sich die Bienen schräg gegen den Wind stellen. Bei diesen Beobachtungen wurden die vorbeifliegenden Bienen gegen den Hintergrund (Wald) anvisiert. Darauf haben wir den Azimut des Punktes gemessen, gegen den die Körperlängsachse der Bienen beim Vorüberflug gerichtet war. Die Methode ist nicht sehr genau, es handelt sich um Schätzwerte. Aber diese stimmten recht gut zu der Schräglage, die bei der betreffenden Windstärke tatsächlich erforderlich war, um die Abtrift zu kompensieren. Wir haben z. B. bei Seitenwind von

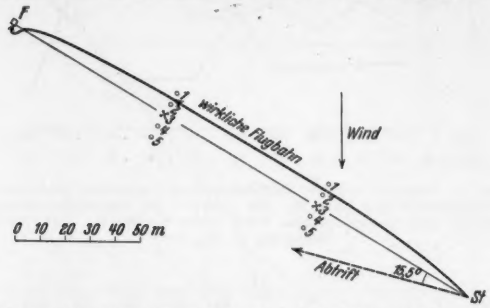


Fig. 10. Beispiel für eine *typische Flugbahn bei Seitenwind von rechts.* *St* Beobachtungsstock, *F* Futterplatz. Hinflug der Biene Nr. 23 am 24. 8. 54, 11^{38} Uhr. Wind 3,1 m/sec aus N, Abtriftwinkel 15,5°. Neben den Windmessern (×) waren in Abständen von je 5 m Visierstangen (1, 2, 4, 5) in den Boden gesteckt, um beim Passieren der Biene ihren seitlichen Abstand vom Windmesser zuverlässig schätzen zu können.

2,5 bis 3,5 m/sec eine durchschnittliche Schrägstellung um 16° (*n* 11) gefunden, bei einer Erwartung von etwa 20°, bei Seitenwind von 1,5 bis 2,5 m/sec eine Schrägstellung um 10° (*n* 18) bei einem theoretischen Wert von 13°. Bei Windstille lag die Längsachse der Bienen in der Richtung der Flugbahn.

Aus dem Jahre 1953 liegen 199 Tanzwinkelmessungen mit den zugehörigen Windmesserwerten vor, und 94 aus dem Jahre 1954. Als Protokollbeispiel sei die erste Hälfte (10 Messungen) eines Versuches vom 18. 8. 54 wiedergegeben (Tabelle 5).

Bei jeder von diesen Einzelbeobachtungen interessiert uns die Windversetzung der Biene während des Hinfluges, denn aus ihr ergibt sich ihre kompensatorische Schrägstellung und hiermit der Winkel zum Sonnenstand, den sie während des Fluges einhalten mußte. Bekannt sind (vgl. Fig. 11):

V_B = Geschwindigkeit der Biene gegenüber dem Boden = Flugstrecke / Flugzeit = 210 m / *x* sec (eingesetzt wurde der für die herrschenden Windverhältnisse gültige Durchschnittswert).

V_W = Windgeschwindigkeit (Mittelwert der Ablesungen an beiden Windmessern zur Zeit des Passierens der Biene).

α = Winkel zwischen der Richtung zum Futterplatz und Windrichtung (Mittelwert der Windrichtungsablesungen an beiden Windmessern).

Um den Winkel β = *Abtriftwinkel* mußte die Flugrichtung der Biene vom Stock aus nach rechts abweichen, um sie ans Ziel zu führen.

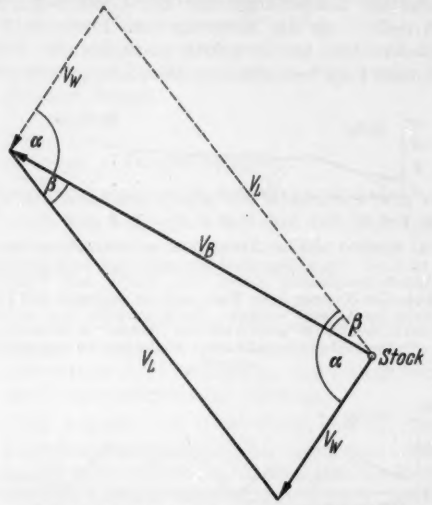


Fig. 11. Beispiel für die Ermittlung der kompensatorischen Schrägstellung, entsprechend dem *Abtriftwinkel* β. 19. 8. 54, Biene Nr. 1, 12^{00} Uhr. Flugrichtung zum Futterplatz 30° n. v. W. V_B (gemessene Geschwindigkeit) = 8,4 m/sec. Windmesser I: NO 3,4 m/sec, Windmesser II NNO 3,5 m/sec, daraus ergibt sich $V_W = 3{,}45$ m/sec, $\alpha = 86{,}25°$. Demnach ist $V_L = 8{,}88$ m/sec und $\beta = 22{,}65°$. Die Zeichnung ist maßstäblich richtig, 8 mm = 1 m. Für die Biene war der Sonnenwinkel *um* 23° *vergrößert.* Ihr Tanzwinkel war aber *um* 3° *kleiner* als der Winkel zwischen Futterplatz und Sonnenstand.

Rechnerisch ergibt sich der Abtriftwinkel β auf folgende Weise. Zunächst ist V_L (vgl. S. 378) zu berechnen nach:

$$V_L^2 = V_W^2 + V_B^2 - 2\,V_W \cdot V_B \cdot \cos\alpha.$$ Daraus ergibt sich β nach:

$$\sin\beta = V_W \cdot \sin\alpha / V_L.$$

Zur Kontrolle wurden mehrere Werte rechnerisch *und* zeichnerisch bestimmt.

Bekannt ist ferner für jede Biene ihr Tanzwinkel und — durch Vergleich mit dem Azimut der Sonne zur Zeit des Tanzes — ihr „Fehler" bei der Richtungsweisung.

In Fig. 12 sind die Ergebnisse einer Versuchsreihe vom Nachmittag des 18. 8. 54 dargestellt (hierzu das

Tabelle 5. *Teil des Protokolls über Versuch 100 am 18. 8. 54. Sonnig, Temperatur 20° C.*

Biene	Zeit des Abflugs	Zeit des Tanzes	Tanzwinkel	Azimut der Sonne	Sonnenwinkel	„Fehler"	Windrichtung und -geschwindigkeit (m/sec)			
							Hinflug		Rückflug	
Nr.			(°)	(°)	(°)	(°)	Windmesser I	Windmesser II	Windmesser II	Windmesser I
11	2^{18}	2^{22}	78 r.	230	70	+ 8	NNO 1,4	NNO 1	N 2	NNO 0,3
10	2^{21}	2^{24}	72 r.	230,5	69,5	+ 2,5	NNO 0,7	NNW 1,5	— 0	NW 0,7
2	2^{30}	2^{33}	72 r.	233	67	+ 5	NO 2,5	N 2,7	NNO 3,5	NO 2,7
19	2^{32}	2^{36}	68 r.	234	66	+ 2	NO 2,7	NNO 3,5	N 2,5	NNO 2,5
17	2^{35}	2^{39}	69 r.	235	65	+ 4	NNO 3,3	NNO 3,5	NNO 3,5	NO 2,5
10	2^{37}	2^{41}	74 r.	235,5	64,5	+ 9,5	NO 2	NNO 2,5	NO 2	ONO 1
11	2^{40}	2^{43}	76,5 r.	236	64	+12,5	NO 4	NNO 3,5	NNO 3,5	NNO 3,8
16	2^{42}	2^{45}	73,5 r.	236,5	63,5	+10	NO 4,5	NNO 3,5	N 3	N 3,5
14	2^{47}	2^{50}	77 r.	238	62	+15	NNO 2,5	O 2,5	N 4	N 2,2
6	2^{49}	2^{53}	73,5 r.	238,5	61,5	+12	NNO 1,7	NNO 3,5	N 3	NNO 3,3

Teilprotokoll auf S. 383). Für jeden der 20 gemessenen Tanzwinkel wurde die Größe des Fehlers in Winkelgraden eingetragen. Diese Werte sind durch die gestrichelte Kurve verbunden. Alle Bienen haben einen zu großen Winkel angezeigt. Die Einzelbeobachtungen sind nach der Stärke der Abtrift geordnet, die bei unserer Darstellung von links nach rechts zunimmt. Die ausgezogene Kurve verbindet die Werte der Abtriftwinkel. Sie geben zugleich an, um welchen Winkel die Körperlängsachse der Biene beim Flug nach rechts von der Richtung zum Futterplatz abweichen mußte, um die Abtrift auszugleichen. Bei der gegebenen Lage bedeutet eine Abweichung nach rechts

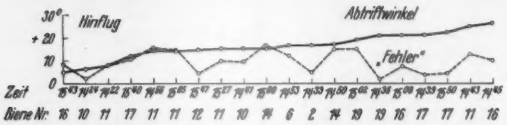


Fig. 12. *Vergleich zwischen Abtriftwinkel und Tanzwinkel.* Versuch vom 18. 8. 54. Die 20 Einzelbeobachtungen sind nach der Stärke der Abtrift (ausgezogene Kurve) beim Hinflug zum Futterplatz geordnet. Die Nummer jeder Biene und der Zeitpunkt des Tanzes sind unter der Abszisse vermerkt. Die gestrichelte Linie verbindet die Punkte, welche für jeden Tanz den „Fehler" in Winkelgraden angeben. Die Fehlweisung hält nicht Schritt mit der zunehmenden Abtrift.

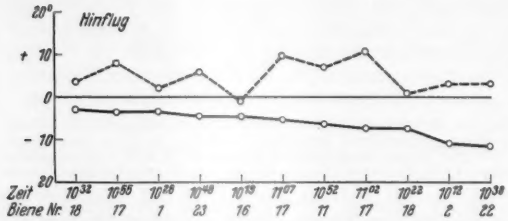


Fig. 13. *Vergleich zwischen Abtriftwinkel* (ausgezogene Kurve) *und Tanzwinkel* (gestrichelte Kurve). Versuch vom 23. 8. 54, bei Südwind. Vgl. Erklärung von Fig. 12. Die „Fehler" der Richtungsweisung sind nicht so, wie man sie nach der kompensatorischen Schrägstellung erwarten sollte, sondern gerade umgekehrt.

einen größeren Winkel zum Sonnenstand (vgl. Fig. 9, S. 382). Es sieht also — namentlich im Anfangsteil der Kurve — so aus, als würden die Bienen beim Tanz nicht die wahre Richtung zum Futterplatz anzeigen, sondern den Winkel zum Sonnenstand, den sie einzuhalten hatten, um die Abtrift auszugleichen. Es fällt aber auf, daß die Richtungsweisung bei stärkerem Seitenwind mit der Abtrift nicht Schritt hält.

Bei einer Versuchsreihe am Vormittag des 23. 8. 54 kam der Wind aus entgegengesetzter Richtung. Fig. 13 zeigt, daß trotzdem die elf gemessenen Tänze — mit einer Ausnahme — zu große Winkel anzeigten. Bei dem herrschenden Südwind, der sie auf ihrem Weg zum Futterplatz von links traf, stellten sie ihren Körper schräg nach links von der Richtung zum Futterplatz. Das bedeutet eine Verkleinerung des Winkels zwischen Körperlängsachse und Sonnenstand. Die Tanzwinkel weichen aber gerade im entgegengesetzten Sinne vom wahren Sonnenwinkel ab.

Lehrreich ist auch Fig. 14, die einen Teil der Versuchsreihe vom Vormittag des 18. 8. 54 darstellt. Der Wind war umspringend. Die beiden Bienen, die um 11^{55} und 11^{58} Uhr Seitenwind aus entgegengesetzter Richtung bekamen wie bisher, trugen diesem Umstand bei ihrem Tanz in keiner Weise Rechnung.

In anderen Fällen gaben sie einen zu kleinen Sonnenwinkel an, auch wenn sie zum Ausgleich der Abtrift eine Stellung einnehmen mußten, durch die der gesehene Sonnenwinkel vergrößert wurde. Und es gab die gleichen „Fehler" der Richtungsweisung wie bei bewegter Luft so auch bei Windstille.

Statt weitere Einzelbeispiele zu bringen, verweisen wir auf Fig. 15 und 16, in welchen alle Messungen aus den Jahren 1953 bzw. 1954 zusammengestellt

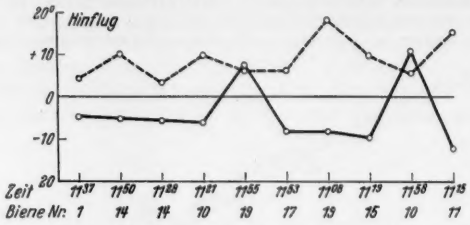


Fig. 14. *Vergleich zwischen Abtriftwinkel und Tanzwinkel.* Aus einer Versuchsreihe vom 18. 8. 54. Die „Fehler" der Richtungsweisung werden vom umspringenden Wind nicht beeinflußt. Vgl. auch Erklärung zu Fig. 12.

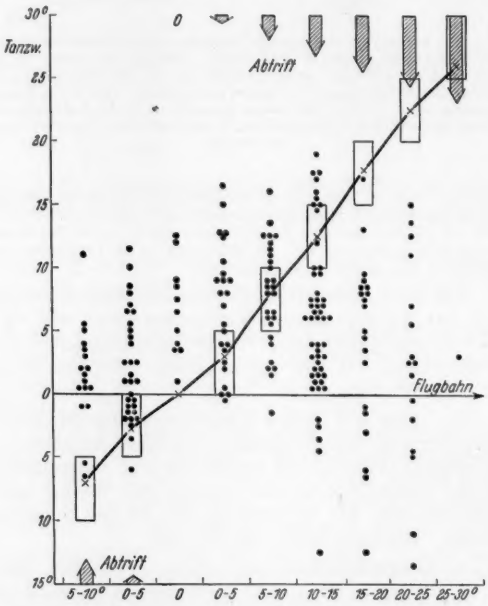


Fig. 15. *Vergleich von Abtriftwinkel und Tanzwinkel. Alle Beobachtungen* über die Richtungsweisung bei Seitenwind vom *Sommer* 1953. Die Kreuzchen der Kurve geben die Stärke der Abtrift an, somit auch die Schrägstellung der Biene zum Ausgleich der Abtrift. Die schraffierten Pfeile deuten (vergröbert) die Richtung des Windes an, ob von rechts oder links, und seine Stärke. Die Punkte entsprechen je einem gemessenen Tanz und geben die Winkelgröße des „Fehlers" an. Sie sind den Winkelgrößen der Abtrift zugeordnet, die beim Hinflug der betreffenden Biene festgestellt wurde. Über der Abszissenachse positive, unten negative Abweichungen vom Sonnenwinkel zur Zeit des Tanzes. Die umrahmten Felder geben bei jedem Kurvenpunkt den Bereich an, in den die Werte der betreffenden Klasse fallen sollten, wenn die Fehlweisung durch den Wind bedingt wäre.

sind. Sie wurden wieder nach der Stärke der Abtrift geordnet. Die schraffierten Pfeile machen anschaulich, ob der Wind von rechts oder von links kam; ihre Länge ist der Stärke der Abtrift angenähert proportional. Die durch die Kurve verbundenen Kreuzchen

geben die Richtung und das Ausmaß der Schrägstellung an, durch welche bei dem gegebenen Wind die Abtrift auszugleichen war (zusammengefaßt in Klassen zu je 5°). Die *Punkte* entsprechen je einem gemessenen Tanz. Sie geben die Größe der „Fehler" an und sind jeweils der Abtrift (Kreuzchen der ausgezogenen Kurve) zugeteilt, die für den Hinflug der betreffenden Biene festgestellt wurde.

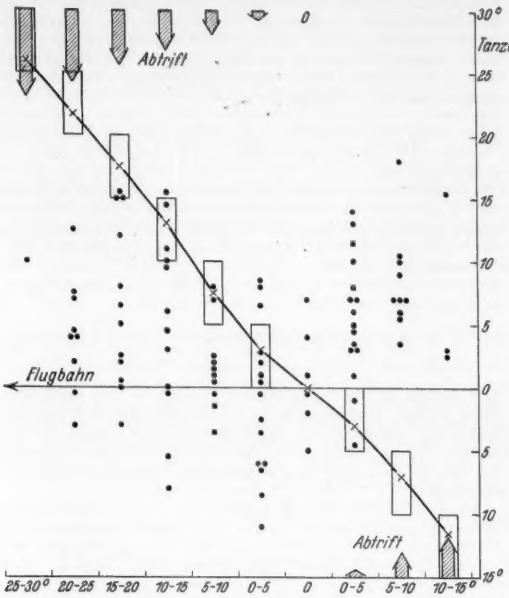


Fig. 16. *Vergleich von Abtriftwinkel und Tanzwinkel. Alle Beobachtungen* über die Richtungsweisung bei Seitenwind vom *Sommer* 1954. Übrige Erklärung s. Fig. 15.

Ein Blick auf die beiden Figuren lehrt, *daß die „Fehlweisungen" der Tänzerinnen mit der Windabtrift nichts zu tun haben.* Denn sie folgen nicht der Kurve, welche die kompensatorische Schrägstellung der Biene anzeigt.

Das läßt sich auch rechnerisch bestätigen. Es wurde der Korrelationskoeffizient nach folgender Gleichung [4] berechnet:

$$r = \frac{1}{\sigma\tau}\left(\frac{1}{k}\sum x_i y_i - \alpha\beta\right),$$

wobei k = Zahl der Wertepaare, x_i = Tanzwinkel, y_i = Abtriftwinkel, σ und τ deren Streuung, α und β die Mittelwerte bedeuten.

Ergebnis:
Sommer 1953, 199 Wertepaare; Korrelationskoeffizient $r = 0{,}08$.
Sommer 1954, 94 Wertepaare; Korrelationskoeffizient $r = -0{,}03$.
$r = 1$ bedeutet vollkommene Korrelation, -1 = in entgegengesetztem Sinne, $r = 0$ keine Korrelation. Unsere beiden Werte liegen weit unter der Zufallshöchstgrenze von 0,21 bzw. 0,3 [6]. *Es besteht also keine Korrelation zwischen Abtrift und Tanzwinkel.*

Die Tänzerin weist somit ihren Kameraden die Richtung zum Ziel bei Windstille und bei Seitenwind auf gleiche Weise. Sie gibt in beiden Fällen die wahre Richtung zum Futterplatz an — abgesehen von der „Mißweisung", die als ein systematischer „Fehler" zu betrachten ist. Das heißt aber, *daß sie bei Seitenwind den Sonnenwinkel, den sie auf ihrem Flug zum Futterplatz infolge der Schrägstellung ihres Körpers tatsächlich gesehen hat, hernach beim Tanz auf jenen Winkel reduziert, den sie auf einem Flug bei Windstille gesehen hätte.* Das ist zweifellos — vom Standpunkt des Biologen betrachtet — sehr sinnvoll. Denn der Wind kann sich von Minute zu Minute ändern, und wenn sich die alarmierten Kameraden auf den Weg machen, wird er nicht selten anders wehen als zur Zeit des vorangegangenen Sammelfluges.

Die Leistung der Biene bei diesem Vorgang erinnert an den „Umwegversuch" ([3c], S. 21; [3e], S. 108), wobei sie in einem Bogen zum Ziel fliegt, aber die Richtung der Luftlinie angibt — und scheint uns von gleichem Range.

Zusammenfassung.

1. Bei Windstille fliegen die Bienen auf dem Weg vom Stock zum Futterplatz mit einer Geschwindigkeit von etwa 8 m/sec = rund 29 km/Std, sofern ihnen zuckerreiche Lösungen geboten werden.

2. Bei Futterlösungen mit geringem Zuckergehalt war — unter sonst angenähert gleichen Bedingungen — die Fluggeschwindigkeit um 4 bis 7 km/Std niedriger. Je hochwertiger die Futterquelle, desto mehr erhöht sich die Geschwindigkeit des Hinfluges.

3. Die Angaben von O. W. Park, daß die Bienen ihre Eigenfluggeschwindigkeit bei Gegenwind erhöhen und bei Mitwind erniedrigen, daß sie also den Einfluß des Windes teilweise ausgleichen, werden bestätigt und genauer belegt.

4. Wenn die Biene auf ihrem Weg zum Futterplatz einem Seitenwind ausgesetzt ist, kompensiert sie die Abtrift, indem sie ihre Körperlängsachse schräg gegen den Wind stellt. Sie sieht daher einen anderen Sonnenwinkel als bei Windstille (s. Fig. 9, S. 382). Nach der Heimkehr gibt sie beim richtungsweisenden Tanz nicht den Sonnenwinkel an, den sie gesehen hat, sondern den für Windstille gültigen Wert — also die wahre Richtung zum Futterplatz. Das ist, biologisch betrachtet, sinnvoll, bedeutet aber eine erstaunliche Leistung.

Literatur.

[1] Beutler, Ruth: (a) Z. vergl. Physiol. **12**, 72—176 (1930). — (b) Z. vergl. Physiol. **24**, 71—115 (1937). — (c) Naturwiss. **37**, 102—105 (1950). — [2] Dallinger, Hans: Bestimmung der Fluggeschwindigkeit der Honigbiene unter Berücksichtigung der verschiedenen Witterungsverhältnisse. Lehramtsarbeit München 1950. [3] Frisch, K. v.: (a) Z. vergl. Physiol. **21**, 1—156 (1935). — (b) Österr. zool. Z. **1**, 1—48 (1946). — (c) Naturwiss. **35**, 12—23, 38—43 (1948). — (d) Experientia [Basel] **5**, 142—148 (1949). — (e) Naturwiss. **38**, 105—112 (1951). — [4] Gebelein, H., u. H. J. Heite: Statistische Urteilsbildung. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1951. — [5] Heran, H.: Naturwiss. **42**, 132, 133 (1955). — [6] Koller, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Dresden u. Leipzig: 1940. — [7] Pätau, K.: Biol. Zbl. **63** (1943). — [8] Park, O. W.: (a) Amer. Bee J. **71** (1923). — (b) Agric. Exper. Stat. Iowa State Coll. Agr. a. Mechan. Arts Bull. **1929**, Nr. 108, 185—226. — [9] Schifferer, Gertraud: Über die Entfernungsangaben bei den Tänzen der Bienen. Lehramtsarbeit München 1952.

Zoologisches Institut der Universität, München.

Eingegangen am 21. Januar 1955.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Zuschrift zu der Arbeit „Logische und mathematische Fassung des diagnostischen Schlusses".

In dieser Zeitschrift haben P. DECKER und K. DIRR[1]) versucht, die Schlußweise, die man beim Diagnostizieren mehr oder weniger intuitiv anwendet, logisch und mathematisch zu fassen. Sie haben dazu unter Heranziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung einen „diagnostischen Kalkül" aufgestellt, der geeignet sein soll, aus den bei der Untersuchung festgestellten Befunden die Diagnose auf rechnerischem Wege zu ermitteln. Bei näherer Prüfung dieses Vorgehens zeigt sich aber, daß in diesen Kalkül zusätzliche Voraussetzungen eingegangen sind, die die Verfasser nicht angeben und die im allgemeinen nicht erfüllt sein werden. Damit wird die praktische Brauchbarkeit des vorgeschlagenen Verfahrens erheblich eingeschränkt, wenn nicht zweifelhaft.

Zunächst handelt es sich beim diagnostischen Kalkül, soweit nur ein einziger Befund beachtet wird, einfach um einen Sonderfall des Satzes von BAYES über die Wahrscheinlichkeit von Ursachen, und zwar unter der Annahme, daß *Gleichwahrscheinlichkeit* bezüglich des Auftretens der verschiedenen Krankheiten mit diesem Befund besteht. Das ist aber keineswegs der Fall. Die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Krankheiten sind nicht einmal zeitlich konstant.

Berücksichtigt man weiter bei der Diagnose *mehrere* Befunde, so kommt man nur dann auf die von den Verfassern errechneten Wahrscheinlichkeiten für das Zutreffen der Diagnosen, wenn man noch annimmt, daß die Befunde voneinander *unabhängig* auftreten. Gerade das trifft nun wieder bei vielen Befunden nicht zu, sondern hier bestehen mehr oder weniger starke Korrelationen.

Schließlich wäre zu bedenken, daß man den Bereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung verläßt, wenn man sie zur Stellung einer *individuellen* Diagnose verwenden will. Man kann sie sinnvoll nur zur statistischen Weiterverarbeitung einer hinreichend großen Anzahl von Diagnosen heranziehen, und dann könnte man durch die von den Verfassern aufgeworfene Fragestellung doch höchstens nachprüfen, ob das der Untersuchung zugrunde gelegte Ausgangsmaterial, nämlich die früher statistisch festgestellten Häufigkeitswerte über das Vorkommen gewisser Befunde bei gewissen Krankheiten, zur Zeit sich noch verifizieren lassen oder nicht.

Stuttgart, Technische Hochschule.

K. ZOLLER.

Eingegangen am 1. März 1954.

[1]) DECKER, P., u. K. DIRR: Naturwiss. **41**, 33 (1954).

Erwiderung auf die vorstehende Zuschrift.

Die beiden ersten Punkte der Zuschrift von Herrn Dr. ZOLLER bestehen völlig zu Recht; wir hatten sie jedoch, als eher zur Diskussion der praktischen Anwendbarkeit der neuen Schlußweise gehörend, einer späteren Mitteilung vorbehalten. Zum dritten Punkt ist zu sagen, daß gewiß ein „sicherer" Schluß aus Wahrscheinlichkeitsaussagen nicht gezogen werden kann, daß jedoch eine „Diagnose" auch bisher manchmal nicht als sicher bezeichnet werden kann; daher dürfte in diesen Fällen sowohl eine Verminderung der Wahrscheinlichkeit eines Irrtums durch Verwertung weiterer Befunde als auch eine zahlenmäßige Abschätzung der (Un)-Sicherheit des Schlusses praktisch von Wert sein.

München, Laboratorium der II. Medizinischen Klinik der Universität.

P. DECKER und K. DIRR.

Anmerkung des Herausgebers: Nach Abschluß der Diskussion zwischen den Herren Dr. DECKER und Dr. ZOLLER ist die Veröffentlichung infolge eines Mißverständnisses von seiten der Redaktion leider unterblieben. Sie erfolgt daher erst jetzt.

Das elasto-plastische Hohlraumproblem.

Ein Beitrag zur Theorie sich verfestigender Körper.

Schon bei geringen (nicht-hydrostatischen) Spannungen verhält sich Steinsalz bevorzugt plastisch. Um für das Salzgebirge Aussagen über die Verteilung der Spannungen um Hohlräume machen zu können, reicht die Elastizitätstheorie bei weitem nicht aus, und man sieht sich gezwungen, eine *dem Verformungsmechanismus des Salzgesteins angepaßte Plastizitätstheorie* zu schaffen.

Das „gutartige" Salzgestein mit seiner geringen Porosität, deren Einfluß vorerst unberücksichtigt bleiben muß, verhält sich hinreichend homogen und quasiisotrop. Sein Verhalten an einer beliebigen Stelle ist nur durch die Tensoren an dieser Stelle bestimmt, also von der Beschaffenheit des Tensorfeldes in der Umgebung (weitgehend) unabhängig. Das Gestein genügt dann dem *Stoffgesetz:*

$$\Pi = \frac{1}{E}\left[\left(\frac{f+1}{f} + \lambda\right) P - \left(\frac{3}{f} + \lambda\right) \sigma_0 I\right]. \tag{1}$$

Das Stoffgesetz verknüpft den Deformationstensor Π mit dem Spannungstensor P. Der Tensor I ist hierbei der Einheitstensor, σ_0 die Hauptnormalspannung, E der in erster Näherung (bei einem porenfreien Gestein) als konstant angesetzte Elastizitätsmodul, λ der „Plastizitätsparameter" und f die (variable) Querdehnungszahl, die mit der Hauptnormalspannung σ_0 durch folgende Gleichung verknüpft ist:

$$f = \frac{1 - 2c\,\sigma_0}{1/m - c\,\sigma_0}. \tag{2}$$

Die Größe m ist die im elastischen Bereich — also bei hinreichend kleinen Spannungen — vermessene Anfangsquerdehnungszahl. Sie liegt bei (jungfräulichem) Steinsalz in der Größenordnung von 4. Die „Plastizitätskonstante" c wurde zu 0,025 cm²/kp und der Elastizitätsmodul zu rund $6 \cdot 10^4$ kp/cm² bestimmt.

In dem allgemeinen Stoffgesetz (1) ist das HOOKEsche Gesetz als Spezialfall enthalten. Für gegen Null strebende Werte von λ — also im elastischen Bereich — konvergiert die variable Querdehnungszahl gegen den festen Wert m. Für große Werte von λ — d. h. im vorwiegend plastischen Gebiet — reduziert sich das allgemeine Stoffgesetz auf einen Deviator und die variable Querdehnungszahl auf den Wert 2.

Für das jungfräuliche Gestein (ohne ausgeprägte Fließgrenze) ist die Gestaltänderungsenergie A variabel:

$$A = a\,\frac{f+1}{f}\,\lambda^2. \tag{3}$$

Dieses *Verfestigungsgesetz* ist unabhängig vom benutzten Koordinatensystem (invariant). Die Konstante a wurde zu $3{,}95 \cdot 10^{-3}$ kp/cm² bestimmt.

Bei hinreichend kleinen Deformationen nimmt sowohl die translatorische Gleichgewichtsbedingung als auch die Kompatibilitätsbedingung eine einfache Gestalt an. Bei tensoranalytischer Erweiterung des Divergenzbegriffes nimmt die translatorische *Gleichgewichtsbedingung* die Form an:

$$\nabla \cdot P + \sum_{\nu=1}^{n} \mathfrak{K}_\nu = 0. \tag{4}$$

Die rotatorische Gleichgewichtsbedingung (Symmetriebedingung) erklärt Π und P als symmetrische Tensoren. Unter Erweiterung des Rotorbegriffes läßt sich die *Kompatibilitätsbedingung* wie folgt schreiben:

$$\nabla \times \overline{\nabla \times \Pi} = 0. \tag{5}$$

Diese beiden Vektor- bzw. Tensorgleichungen (4) und (5) treten zum Stoffgesetz (1), der Querdehnungsrelation (2) und dem Verfestigungsgesetz (3) und bilden das vollständige Gleichungssystem von insgesamt 17 skalaren Gleichungen. Die Tensorkomponenten des symmetrischen Deformations- und Spannungstensors, der Parameter λ, die variable Querdehnungszahl f und die Komponenten des Verschiebungsvektors sind mithin eindeutig bestimmt.

Die Leistungsfähigkeit der hier entwickelten Theorie wird am Beispiel der Kompressibilität besonders deutlich. Aus dem Stoffgesetz (1) folgt für die Kompressibilität eine Beziehung, welche für große Druckwerte erwartungsgemäß gegen den Wert Null, für kleine hingegen gegen einen festen Grenzwert konvergiert. Für Steinsalz ergibt sich die für porenfreies

Gestein anzusetzende Anfangskompressibilität von $2{,}5 \cdot 10^{-5}$ cm²/kp. Messungen an porösem Gestein (mit einer Porosität kleiner als 1%) lieferten Werte in der Größenordnung von $4 \cdot 10^{-5}$ cm²/kp.

Die Berechnung der Spannungsverteilung um einen (lotrechten) Schacht (achsensymmetrisches Problem) führte auf eine gewöhnliche Differentialgleichung, deren Lösung im elastischen wie auch im plastischen Gebiet exakt, im Übergangsbereich jedoch nur angenähert angegeben werden konnte. Die Lösung erfüllte die (geforderte) Randbedingung, daß die Radialspannung am Schachtstoß Null ist, während in größerer Entfernung vom Schacht die Spannungen den Verhältnissen des unverritzten Gebirges gerecht wurden. Im unverritzten Gebirge herrscht bei geringen Teufen ein dreiachsiger Spannungszustand, bei dem der lotrechte Wert (absolut genommen) grundsätzlich größer ist als die beiden einander gleichen Horizontalspannungen. Mit wachsender Teufe geht jedoch der Spannungszustand zunehmend in den hydrostatischen über.

Das Abklingen der Hohlraumwirkung erfolgt ziemlich rasch. Bei einem Schachtdurchmesser von etwa 6 m beispielsweise ist *in einer Entfernung von 18 m* von der Schachtachse der Spannungszustand schon nahezu ungestört.

Mineralogisches Institut der Bergakademie Clausthal (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H. Borchert).

Wolfgang Dreyer.

Eingegangen am 4. Mai 1955.

Über trockene Reibung bei einigen Aluminiumlegierungen und Stählen.

Bei Gleitgeschwindigkeiten zwischen 10^{-3} und 10^{1} mm·s^{-1} und Flächendrücken zwischen 10^{1} und 10^{4} kg · cm^{-2} wurden Gleitwiderstände gemessen. Prismatische Proben („Gleitstücke") mit Rechteckquerschnitt wurden zwischen zwei an sie aufeinander gegenüberliegenden Seiten angedrückten

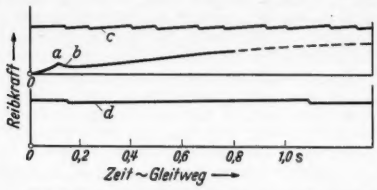


Fig. 1. Abhängigkeit des Gleitwiderstandes bei einer Gleitgeschwindigkeit $v = 0{,}01$ mm · s^{-1} vom Gleitweg bei 5 kg/mm² Flächenpressung Al—Cu—Mg-Legierung: Linie *o—a—b—c—*; Al—Zn—Mg—Cu-Legierung: Linie *d*.

Proben („Bremsstücken") bei geschliffenen, polierten oder nichtbearbeiteten scheinbaren Berührungsflächen (1 bis 100 mm²), die zu Beginn des Gleitens Rechteckform haben, in Luft durchgeschoben. Gleit- und Bremsstücke sowohl aus gleichen als auch aus verschiedenartigen Werkstoffen wurden miteinander gepaart. Die Vorrichtungen für den Vorschub der Gleitstücke und die Halterung der Bremsstücke waren sehr starr ausgeführt, um Schwingungen in der Versuchseinrichtung möglichst gering zu halten.

Bei kleinen Flächenpressungen wächst nach Fig. 1 der Gleitwiderstand zuerst von *0* zum Überwinden der Haftreibung (*a*) unter Abscheren anfänglicher Kaltschweißstellen, fällt dann ab (*b*) und steigt durch Aufreißen der Oberflächenschichten und örtliches Verschweißen wieder auf einen Höchstwert (*c*) bzw. (*d*); er befindet sich nun im Gleichgewicht mit der mittleren Festigkeit der durch metallischen Kontakt jeweils erzeugten Schweißstellen und der Pflügekraft zur Riefenbildung. Weiterhin ändert sich die Reibkraft ruckweise; die Länge der Gleitwege zwischen den Unstetigkeiten hängt von den Werkstoffen der aufeinander gleitenden Teile ab. Die Vorgänge bei wiederholtem Verschweißen über örtlich beschränkte Flächen und das Zerstören der Schweißverbindungen sind wegen stark schwankender, zusammengesetzter Normal- und Scherspannungen sehr verwickelt. Innerhalb der untersuchten Bereiche für Flächenpressungen und Gleitgeschwindigkeiten galt die Beziehung nach Amontons[1]) und Coulomb[2]):

$$\mu = N/P \qquad (P = \text{Gleitwiderstand},\ N = \text{Normalkraft}).$$

Der Reibungskoeffizient μ wird im wesentlichen von der Festigkeit des schwächsten an einer Paarung beteiligten Werkstoffes und der Neigung zum Verschweißen bestimmt[3]); er ist unabhängig von Anpreßkraft und Gleitgeschwindigkeit. Gleiten Körper mit sehr glatten Flächen aus Werkstoffen gegeneinander, die keinerlei Neigung zum Verschweißen zeigen und sehr unterschiedliche Härten haben, z. B. Aluminium oder St 42.11 auf Wolfram, so werden die Reibungskoeffizienten sehr klein: $\mu = 0{,}08$ bis 0,10 bzw. 0,03 bis 0,07. Schlagreibversuche, bei denen ein Fallgewicht mit 5 m · s^{-1} Anfangsgeschwindigkeit auf einem Gleitwege von etwa 10 bis 20 mm

Tabelle 1. *Reibungskoeffizienten bei trockenen, geschliffenen Gleitflächen.*

Werkstoffpaarung*)	Brinellhärte kg/mm²	Scheinbare Flächenpressung kg/mm²	Reibungskoeffizient Haftreibung μ_0	Reibungskoeffizient Gleitreibung μ
1—1	21	0,1 bis 1	0,67 bis 0,80	0,75 bis 1,90
2—2	120	0,2 bis 10	0,20 bis 0,37	0,41 bis 1,08
3—3	180	0,2 bis 15	0,16 bis 0,26	0,28 bis 0,47
1—2		0,1 bis 2	0,30 bis 0,35	0,63 bis 0,95
2—3		0,2 bis 10	0,40 bis 0,45	0,35 bis 0,63
4—4	140	1 bis 10	0,15 bis 0,17	0,20 bis 0,65
2—4		1 bis 10	0,30 bis 0,38	0,52 bis 0,71
3—4		1 bis 10	0,36 bis 0,46	0,41 bis 0,53
4—5	120/180	1 bis 10	0,17 bis 0,20	0,28 bis 0,48

*) 1: Rein-Aluminium; 2: Al—Cu—Mg-Legierung; 3: Al—Zn—Mg—Cu-Legierung; 4: Stahl St 42.11; 5: Schienenstahl St 70.

bis zum Stillstand abgebremst wurde, ergaben mittlere Reibungskoeffizienten μ in den in Tabelle 1 angegebenen Streubereichen für die gleichen Werkstoffe.

Institut für Werkstoffkunde der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule, Aachen.

F. Bollenrath und H. Grefkes.

Eingegangen am 13. Mai 1955.

[1]) Amontons: Histoire de l'Académie Royale des Sciences avec les Mémoires de Mathématique et de Physique (1699), S. 206.

[2]) Coulomb: Mémoires de Math. et de Phys. de l'Académie Royale des Sciences (1785), S. 161.

[3]) Bowden, F. P., u. D. Tabor: Friction and Lubrication of Solids. Oxford 1950.

Magnetische Kügelchen und Meteore.

Magnetische Kügelchen, welche von Sir John Murray vor fast 80 Jahren mit Hilfe eines Handmagneten aus Tiefseesedimenten extrahiert und beschrieben wurden, sind seitdem sehr wenig studiert worden. In seinem bekannten Werk „Lehrbuch der Physikalischen Geologie", Band I (Berlin: Borntraeger 1936), S. 148, gibt Schwinner der Hypothese Ausdruck, daß unsere Meteoriten alle einer großen Wolke kosmischen Staubes entstammen, welche das Sonnensystem auf seiner Bahn im Sternenraum durchsetzt. Er nimmt an, daß unser Sonnensystem erst vor etwa 20000 Jahren in diese Wolke hineingeraten ist und daß früher keine Meteoriten auf die Erde gefallen sind. Als Beweis für diese Annahme behauptet Schwinner, daß fossile Meteoriten unbekannt sind, da bisher keine mit Sicherheit in den Steinkohlenlagern gefunden worden sind, wiewohl nach seiner Berechnung bei der jetzigen Meteoritenhäufigkeit Zehntausende von Meteoriten oder Meteoritenfragmenten durch die Hände der Kohlengrubenarbeiter gegangen sein müßten. Schwinner ist auch ausgesprochen skeptisch gegen die sog. Meteoritenkrater, welche auf der Erde gefunden wurden. Nur für den großen Krater bei Coon Butt in Arizona gibt er, wenn auch mit gewisser Einschränkung, zu, daß er möglicherweise von einem Riesenmeteor verursacht sein kann. In Übereinstimmung damit lehnt er die Deutung der Mondkrater als von Meteoren verursacht entschieden ab. Dagegen akzeptiert Schwinner Murrays Deutung der magnetischen Kügelchen in Tiefseesedimenten, daß sie meteorischen Ursprungs sind, und versucht, die von Murray für diese Kügelchen angegebene Häufigkeitszahlen (20 bis 30 je Liter) für Berechnungen der Sedimentationsgeschwindigkeit des roten Tones zu benutzen.

Moderne Bestimmungen der Bahnelemente von Meteoren stützen Schwinners Hypothese über ihren Ursprung aus einer kosmischen Wolke nicht. Im Gegenteil sprechen sie zugunsten ihres interplanetarischen Ursprungs. Meteore mit hyperbolischen Geschwindigkeiten, welche auf einen extrasolaren Ursprung deuten würden, scheinen sehr selten zu sein. Mit anderen Worten, die „Wolke", aus der die weit überwiegende Mehrzahl der Meteore stammt, gehört zu unserem Sonnensystem.

Die schwedische Tiefsee-Expedition mit dem „Albatross" (1947/48), deren Leiter der Unterzeichnete war, hat aus den verschiedenen Tiefsee-Sedimenten Eisenkügelchen gesammelt, und zwar mit Hilfe eines sehr kräftigen elektromagnetischen Extraktors. Die Ergebnisse, zu denen die in Göteborg an diesen Kügelchen vorgenommenen Untersuchungen bisher geführt haben, lassen sich folgendermaßen kurz zusammenfassen.

1. Die Zahl der magnetischen Kügelchen, die aus langsam akkumulierten Sedimenten des Stillen Ozeans gesammelt wurden, ist 20 bis 40mal größer als die, welche von MURRAY mit seinem recht primitiven Extraktionsverfahren gefunden wurde, Größenordnung etwa 1000 je kg Sediment.

2. Solche Kügelchen, welche nach SCHWINNERS Hypothese nur in den allerobersten, etwa 2 bis 4 cm dicken Schichten des Roten Tones enthalten sind und daher einer Ablagerungszeit von maximal 20000 Jahren entsprechen würden, kommen tatsächlich aber bis zu einer Tiefe von wenigstens 3 m unter der Sedimentoberfläche vor, entsprechend einer Ablagerungszeit von 1,5 bis 3 Millionen Jahren. Nach diesem Befund sind Meteore und Meteoriten in ganz beträchtlicher Zahl schon in der Tertiärzeit auf die Erde niedergegangen.

3. Es besteht Aussicht, auf Grund von Häufigkeitsuntersuchungen an Kügelchen in Sedimentstöpseln aus verschiedenen Teilen des Weltmeeres — Untersuchungen, die jetzt in diesem Institut weitergeführt werden — eine Statistik der Meteorhäufigkeit während der vergangenen Millionen von Jahren zu gewinnen; damit wird auch die Aussicht auf eine ebenso weitspannende Geochronologie des Tiefseebodens eröffnet, die bekanntlich mit den jetzt verfügbaren geochronologischen Methoden nicht erreichbar ist.

Jedenfalls kann man nunmehr die SCHWINNERsche Hypothese von dem rezenten Ursprung der Meteorite als widerlegt betrachten.

Oceanografiska Institutet, Göteborg.

HANS PETTERSSON.

Eingegangen am 5. Mai 1955.

Die diamagnetische Suszeptibilität aromatischer Verbindungen.

Bekanntlich läßt sich die molare diamagnetische Suszeptibilität χ_M einer Verbindung aus den Beiträgen der Atome und strukturellen Faktoren additiv errechnen. Falls χ_M in cgs-Einheiten angegeben ist und $\chi'_M \equiv -10^6\,\chi_M$ eingesetzt wird, so gilt:

$$\chi'_M = (\chi'_M)_{ar} + 6{,}00\,C_s + 2{,}93\,H + 5{,}57\,N_s + 4{,}61\,O_{-o-} + 3{,}36\,O_{o=} - 12{,}5\,O_{Chinon},$$

in welcher Gleichung $(\chi'_M)_{ar}$ = der Gesamtbeitrag des aromatischen Strukturfragments und C, H, O, N = die Zahlen der respektiven Atome je Molekel sind, wobei der Index s angibt, daß sich die Atome in dem Zustand gesättigter Bindung befinden.

Wie von uns empirisch gefunden, gibt es zwischen $(\chi'_M)_{ar}$ einerseits und den Zahlen aromatischer Ringe R_{ar} und aromatischer Atome je Molekel andererseits nachstehende Beziehung:

$$(\chi'_M)_{ar} = 30\,R_{ar} - C_{ar} - N_{ar} + 15.$$

Für die Strukturanalyse verwickelter aromatischer Verbindungen, wie sie beispielsweise in Steinkohle vorhanden sind, ist diese Beziehung wichtig, weil es auf diese Weise möglich ist, die Zahl der aromatischen Ringe je Molekel zu bestimmen. Die Gesamtzahl der Ringe R (miteingerechnet die naphthenischen Ringe) wie auch C_{ar} konnten bereits aus der chemischen Zusammensetzung, Dichte und dem Brechungsindex von Steinkohle[1],[2]) ermittelt werden. An Hand von etwa 40 dem Schrifttum entnommenen Daten bezüglich der molaren Suszeptibilität von Aromaten — wobei R_{ar} von 1 bis 10 variierte — wurden die errechneten und die theoretischen R_{ar}-Werte miteinander verglichen. Von den Modellstoffen ergaben 22,5% eine Differenz von nur einem Ring, 5% eine solche von zwei Ringen, während Gleichheit der Werte bei 72,5% der Modellstoffe vorlag.

Centraal Laboratorium der Staatsmijnen in Limburg, Geleen, Niederlande.

J. SCHUYER.

Eingegangen am 24. Mai 1955.

[1]) KREVELEN, D. W. VAN, u. H. A. G. CHERMIN: Fuel **33**, 79, 338 (1954).
[2]) SCHUYER, J., u. D. W. VAN KREVELEN: Fuel **33**, 176 (1954).

Neue Messungen der homogenen Austauschgeschwindigkeit zwischen Wasserstoff und Deuterium.

Die homogene Austauschreaktion $H_2 + D_2 = 2\,HD$ wurde 1935 zum ersten Male experimentell von A. und L. FARKAS[1]) und später von M. VAN MEERSCHE[2]) untersucht. Diese und ähnliche Umwandlungsreaktionen, wie $p-o\,H_2$ und $o-p\,D_2$, wurden mit Hilfe der Übergangsmethode genau berechnet[3]). Um die Richtigkeit der Übergangsmethode zu überprüfen, bedienten sich FARKAS und WIGNER[4]) der experimentell bei hoher Temperatur gefundenen Werte, um aus ihnen die entsprechenden Angaben für den aktivierten Komplex zu erhalten; sie benutzten dann diese Werte, um die Geschwindigkeit der p—o-Umwandlung bei tiefen Temperaturen voraussagen zu können, welche letztere experimentell von GEIB und HARTECK[5]) untersucht wurde. Die Nichtübereinstimmung um etwa einen Faktor 3 zwischen den berechneten und den beobachteten Werten stellte die Gültigkeit der Übergangsmethode in Frage, wenn den experimentellen Werten kein systematischer Fehler anhaftete. Bei einem solchen Stand der Dinge ist es natürlich, daß man die experimentell gefundenen Werte anzweifelte; darum untersuchten wir die Austauschreaktion von neuem.

Es zeigte sich[6]), daß die durch die Wände des Gefäßes diffundierende Luft die Geschwindigkeit der Austauschreaktion stark erhöht. Darum ging man dazu über, alle weiteren Messungen in einem von einen Quarzmantel umgebenen Gefäß auszuführen, in dessen Innerem ständig ein Vakuum von 10^{-4} mm Hg aufrechterhalten wird. Nach der Entgasung des Gefäßes bei Temperaturen bis 1100° C erhielt man genau reproduzierbare Geschwindigkeiten. Eine systematische Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit im Temperaturgebiet zwischen 910 und 1010° K erlaubte jetzt, die folgenden Schlüsse zu ziehen:

a) Die Reaktionsgeschwindigkeit beträgt *die Hälfte* der von A. und L. FARKAS beobachteten. — b) Die experimentelle Aktivierungsenergie beträgt 59,8 kcal/mol (A. und L. FARKAS: 59,0 kcal/mol). — c) Es wurde die Reaktionsordnung 1,5 bestätigt, wie es auch nach dem Reaktionsmechanismus $H_2 + D \rightarrow HD + H$; $D_2 + H \rightarrow HD + D$ zu erwarten war. — d) Wenn wir das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen um das 13fache verändern, wurde die Reaktionsgeschwindigkeit um weniger als 10% erhöht. Die Reaktion ist zweifellos homogen.

Die Anwendung der Methode von FARKAS und WIGNER[4]) auf unsere Angaben bringt eine glänzende Übereinstimmung zwischen den berechneten und den für die relative Geschwindigkeit der Reaktionen $p-o\,H_2$; $p-o\,D_2$ und $H_2 + D_2$ beobachteten Werten, und außerdem finden wir eine hervorragende Übereinstimmung zwischen den experimentellen Werten, wie sie von GEIB und HARTECK[5]) bestimmt wurden, und den Werten, welche aus unseren Angaben extrapoliert wurden.

Tabelle 1.

T° K	Beobachtet (GEIB und HARTECK)	Berechnet	
		(unsere Angaben)	(A. u. L. FARKAS)
283	zwischen 1,0 und 1,3	1,06	6,9
373	zwischen 1,29 und 3,75	2,10	8,8

Die Resultate unserer Messungen zeigen zum ersten Male eine Konsistenz der Übergangsmethode, unabhängig von den Näherungsrechnungen einer quantenmechanischen Behandlung des Systems. Die kinetische Behandlung und die experimentellen Angaben über die Reaktion werden demnächst an anderer Stelle erscheinen.

Istituto di Fisica dell'Università di Roma.

G. BOATO und G. CARERI.

Istituto di Chimica Generale ed Inorganica dell'Università di Roma.

A. CIMINO, E. MOLINARI und G. G. VOLPI.

Eingegangen am 20. Mai 1955.

[1]) FARKAS, A. u. L.: Proc. Roy. Soc. Lond., Ser. A **152**, 152 (1935).
[2]) MEERSCHE, M. VAN: Bull. Soc. chim. Belg. **60**, 99 (1951).
[3]) HIRSCHFELDER, J. O., H. EYRING u. B. TOPLEY: J. Chem. Physics **4**, 170 (1936).
[4]) FARKAS, L., u. E. WIGNER: Trans. Faraday Soc. **32**, 708 (1936).
[5]) GEIB, K. H., u. P. HARTECK: Z. physik. Chem. (Bodensteinbd.) **1931**, 849.
[6]) BOATO, G., G. CARERI, A. CIMINO, E. MOLINARI u. G. G. VOLPI: Nuovo Cimento **10**, 993 (1953).

Mischbarkeit im System TiO_2—SnO_2.

Die beiden Dioxyde TiO_2 und SnO_2 sind in der Form von Rutil und Zinnstein im strengen Sinne isotyp, obgleich bei ihnen Mischbarkeit kaum beobachtet wurde. Beide kristallisieren im C4-Typ mit sehr ähnlichen Gitterdimensionen. Neuerdings fanden indessen PADUROW und SCHUSTERIUS[1]) vollkommene Mischbarkeit bei hoch geglühten (1300 bis 1550° C) Präparaten. Von uns wurden die beiden Komponenten aus gemischten Lösungen gefällt und auf verschiedene Temperaturen erhitzt[2]). Neben den Kristallen im C4-Typ entsteht dabei noch die im C5-Typ kristallisierende Anatas-Modifikation des TiO_2. Die gefundenen Existenzgebiete der einzelnen Gittertypen zeigt Fig. 1.

Anatas tritt nur in einem schmalen Bereich bis maximal 1,5% SnO_2 auf. Es ist auf keine Weise gelungen, bei höheren SnO_2-Gehalten das Anatasgitter zu erzielen. Die bei 900 bis 1000° C getemperten Oxydgemische ergaben Mischbarkeit von Rutil mit Zinnstein zwischen 0 und 20 sowie 60 und 100% SnO_2. Im Gebiet dazwischen treten Gemenge der beiden Mischkristalle auf. Die Gitterkonstanten a_0 der Mischkristalle ergeben sich aus Fig. 2.

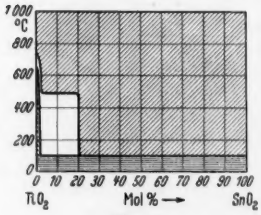


Fig. 1.

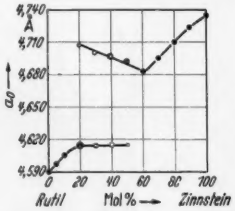


Fig. 2.

Fig. 1. Existenzgebiete der im System SnO_2—TiO_2 auftretenden Gittertypen. Gebiet des C4-Typs, C5-Typ, C4- und C5-Typ nebeneinander, Gebiet der amorphen Dioxyhydrate.

Fig. 2. Gitterkonstante a_0 der bei 900 bis 1000° C geglühten Mischkristalle. (Die Strichdicke der Kreise gibt die Linienintensität wieder.)

Die von PADUROW und SCHUSTERIUS gefundene vollständige Mischbarkeit bei 1300 bis 1550° C nimmt also mit fallender Temperatur schnell ab und erklärt so, daß die in der Natur auftretenden, meist bei niedrigerer Temperatur gebildeten Kristalle kaum Mischbarkeit aufweisen.

Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Hamburg.

J. LIETZ und G. NODOP.

Eingegangen am 10. Mai 1955.

[1]) PADUROW, N. N., u. C. SCHUSTERIUS: Ber. dtsch. keram. Ges. **31**, 391 (1954).

[2]) NODOP, GERD: Beitrag zur Kenntnis von Anatas, Rutil und Zinnstein. Hamburger Beiträge zur Mineralogie 1955.

Geordnete Kristallisation in ionotropen Gelen.

Über eine Strukturbildung beim Eindiffundieren von Ionen in Sole von anisometrischen Teilchen wurde früher berichtet[1]). Auf diese Weise bilden sich reproduzierbar und reversibel ionotrope Gele; das sind Gele mit geordneten Teilchen — Fäden oder Plättchen. In Fortführung dieser Arbeiten konnten wir nun in ionotrope Gele Kristalle geordnet einlagern. Der Vorgang erfolgt an den am Gelgerüst gebundenen Gegenionen durch Ionenaustausch, ortsgebunden zwischen den geordneten Mizellen des Gels; es ist eine geordnete, anisotrope, intermizellare Kristallisation. An dem Beispiel von Bleioxalat in Celluloseglykolat zeigt Fig. 1 die Anordnung der dunklen Kristallite von Bleioxalat parallel zur Richtung der helleren ionotropen Gelfäden.

In anderen Versuchen wurde ein Sol von 0,8% Celluloseglykolat ebenfalls durch Eindiffundieren von 0,1 n Bleinitratlösung zu einem ionotropen Gel geordnet verfestigt, formal nach der Gleichung

$$2\,\text{Cell.glyk.-Na} + Pb(NO_3)_2 \rightleftharpoons (\text{Cell.glyk.})_2Pb + 2\,NaNO_3.$$

Das gebildete Natriumnitrat und ein Überschuß von Bleinitrat werden durch Auswaschen aus dem Gel entfernt. Anschließend ließen wir eine Lösung von 0,02 n Calciumjodid in das ionotrope Gel eindiffundieren. Das Blei am Glykolat geht in das schwerer lösliche Bleijodid über. Dieses kristallisiert geordnet intermizellar aus. Dafür geht Calcium an das Glykolat im Gelgerüst formal nach der Gleichung

$$\underset{\text{ionotropes Gel}}{(\text{Cell.glyk.})_2Pb} + \underset{\text{Lösung}}{CaJ_2} \rightleftharpoons \underset{\text{ionotropes Gel}}{(\text{Cell.glyk.})_2Ca} + \underset{\text{intermizellar geordnete Kristalle}}{PbJ_2}$$

Der Vorgang ist reversibel, beim Auswaschen mit Wasser löst sich das Bleijodid auf, und das nunmehr schwerer lösliche Bleiglykolat bildet sich zurück; das Gleichgewicht wird durch Wegnehmen des Calciumjodids nach links verschoben. Fügt man erneut Calciumjodid hinzu, wird wiederum Bleijodid gebildet und intermizellar gerichtet eingelagert — und so fort.

Die intermizellare Kristallisation läßt sich auch mit bestimmten anderen Kolloiden im ionotropen Gelzustand und auch mit anderen Kristallen schwerlöslicher Salze wie Hydroxylapatite durchführen. Damit ist eine Methode gegeben, um allgemein Kristalle gerichtet einzulagern, und zugleich ein Weg aufgezeigt zur Synthese von Zweistoffsystemen, wie sie im Mineralreich und im Tier- und Pflanzenreich vorkommen. Die Kristallite wachsen bevorzugt parallel zu den elastischen Fäden im Gel, aber unter anderen Bedingungen kann man sie auch vertikal hierzu einlagern; schließlich lassen sie sich parallel und vertikal einordnen, wie am Beispiel der Fig. 2 gezeigt ist.

Fig. 1. Geordnete intermizellare Kristallisation von Bleioxalat im ionotropen Gel von Celluloseglykolat. (Polarisiertes Licht, Nicols +, 50fach.)

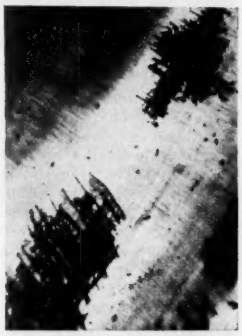


Fig. 2. Parallel und senkrecht zu den Fäden des ionotropen Gelgerüstes eingelagertes Bleioxalat. (Im polarisierten Licht, Nicols +, 100fach.)

Eine periodische Abscheidung wie in LIESEGANG-Ringen liegt nicht vor, denn einmal sind LIESEGANG-Ringe optisch isotrop; dann ordnen sich bei der gerichteten, intermizellaren Kristallisation die Kristallite stets parallel oder und vertikal zu den Fäden des Gelgerüstes, gleichgültig, ob das zweite Salz parallel oder vertikal zur Faserrichtung eindiffundiert; schließlich sind LIESEGANG-Ringe nicht reversibel. Die zum Teil am Dichroismus kenntlichen Anfärbungen von Gelen mit Jod oder mit Farbstoffen beruhen auf adsorptiver Bindung und Einlagerung, sie stehen also hiermit nur in losem Zusammenhang. Demnächst wird hierüber ausführlich berichtet.

Lehrfach für Kolloidchemie der Universität, Kiel.

HEINRICH THIELE und HEINZ KRÖNKE.

Eingegangen am 18. April 1955.

[1]) THIELE, H.: Naturwiss. **34**, 123 (1947); **40**, 366 (1953). — Kolloid-Z. **116**, 1 (1950); **127**, 134 (1952); **136**, 80 (1954); **140**, 76 (1955).

Eine neue Glycerinsynthese.

Nach G. DARZENS[1]) bildet sich 2-Nitro-propandiol-(1,3) in fast quantitativer Ausbeute, wenn man Formaldehyd und Nitromethan mit Natriummethylat in Methanol kondensiert. Wir fanden, daß die Reaktion ebenso gut verläuft, wenn man mit Natriumhydroxyd in Methanol arbeitet. E. SCHMIDT und R. WILKENDORF[2]) haben Nitro-propandiol in wäßriger Oxalsäure mit Palladium zu 2-Amino-propandiol-(1,3) hydriert. Wir konnten die gleiche Hydrierung glatt mit Nickel-Magnesium-Mischformiatkontakten[3]) in alkoholischer Lösung ohne Säurezusatz ausführen.

Die Behandlung des Amino-propandiols mit salpetriger Säure hat früher nur zu Acrolein geführt. Dagegen konnten

wir nun aus dem Hydrochlorid des 2-Amino-propandiol-diacetates-(1,3) mit Natriumnitrit Diacetylglycerin (Diacetin) in einer Ausbeute von bisher 40% erhalten. Amino-propandiol-diacetat wurde entweder aus dem Hydrochlorid des Amino-propandiols mit Essigsäureanhydrid oder aus dem Nitropropandiol-diacetat durch Hydrierung dargestellt. Das Diacetin haben wir durch Acetylbestimmung und durch Überführung in Triacetin charakterisiert.

Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Institut für Katalyseforschung, Rostock.

W. LANGENBECK und M. BOLLOW.

Eingegangen am 20. Mai 1955.

[1]) DARZENS, G.: C. R. Acad. Sci. Paris **225**, 942 (1947).
[2]) SCHMIDT, E., u. R. WILKENDORF: Ber. dtsch. chem. Ges. **52**, 391 (1919).
[3]) LANGENBECK, W., u. A. GILLER: Z. anorg. allg. Chem. **272**, 64 (1953).

Über die Zersetzung des Harnstoffes.

Die Zersetzungsgeschwindigkeit und die Zersetzungsprodukte des Harnstoffes sind seit 100 Jahren ohne und mit Katalysatoren studiert worden. Die endgültigen Zersetzungsprodukte sind Ammoniak und Kohlensäure, aber die Zersetzung soll je nach den Bedingungen über Karbamate[1]), Cyanate oder direkt zu den Endprodukten[2]) führen. Wir haben an Hand der Literaturangaben die Gleichgewichtskonstanten mit Hilfe der Standard-Bildungsarbeiten bzw. der Enthalpien und Entropien der Zersetzungsprodukte des Harnstoffes berechnet und festgestellt, daß die Zersetzungsgeschwindigkeit des Harnstoffes nur über Cyanate von der Gleichgewichtslage abhängig sein kann. Die Geschwindigkeit der Harnstoffzersetzung ist durch die Leitfähigkeitsmessungen oder durch Bestimmen des Ammoniaks ermittelt worden. Beide Bestimmungen sind vom Standpunkt der Zersetzung des Harnstoffes unsicher. Aus diesem Grunde haben wir die Zersetzungsgeschwindigkeit des Harnstoffes ohne Katalysatoren bei 50 bis 90° C studiert, indem wir zu verschiedenen Zeiten den Gehalt an Harnstoff (mit Xanthydrol), teils auch Cyanat (spektralphotometrisch), Ammoniak und den p_H-Wert (mit Glaselektrode) der Lösung bestimmten. Es konnte folgendes festgestellt werden:

Unter Anwendung einer Anfangslösung von 0,2 Mol Harnstoff bei 90° C verzögerte ein Zusatz von 0,5 Mol/Liter Ammoniak die Reaktion erheblich; ein solcher von 0,034 Mol je Liter Kohlensäure beschleunigte sie etwas, und bei einem Zusatz von 0,25 Mol/Liter Ammoniumkarbonat war die Zersetzungsgeschwindigkeit so gut wie konstant. Ohne Zusätze steigt der p_H-Wert der Lösung schnell auf $\sim$9, bei welchem Wert er stehen bleibt. Dies läßt sich aus den Konzentrationen des entstandenen Ammoniumkarbonats im voraus berechnen. In den Versuchen mit Ammoniakzusatz sinkt der p_H-Wert mit der Zeit, obgleich der totale Ammoniakgehalt der Lösung zunimmt. Bei dem Kohlensäurezusatz steigt der p_H-Wert mit der fortlaufenden Zersetzung des Harnstoffes, wogegen bei dem Ammoniumkarbonatzusatz das p_H praktisch konstant bleibt. Dieses versteht sich, wenn man bedenkt, daß der p_H-Wert der konzentrierten Ammoniumkarbonatlösungen ungefähr den konstanten Wert 9 behält. In reinen Harnstofflösungen nimmt im Anfang die Cyanatkonzentration ungefähr bis zur Einstellung des Gleichgewichtes zu, sie sinkt aber dann mit der Zeit wieder. Mit Ammoniakzusatz verläuft der Gehalt an Cyanat ganz ähnlich wie vorhin. Die angewendete Bestimmungsmethode des Cyanates versagt bei Ammoniumkarbonat- und Kohlensäurezusätzen.

Physikalisch-Chemisches Institut der Universität, Ankara.

YRJÖ KAUKO und OKYAY ALPAUT.

Eingegangen am 11. Mai 1955.

[1]) MACK, E., u. D. S. VILLARS: J. Amer. Chem. Soc. **45**, 505 (1923).
[2]) FAWSITT, C. E.: Z. physik. Chem. **41**, 601 (1902).

Eine Methode zur quantitativen Bestimmung der Licht-Phosphorylierungsgeschwindigkeit.

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit der oxydativen Phosphorylierung hat sich die Cyanidmethode gut bewährt [LYNEN und KÖNIGSBERGER[1])]. Sie beruht darauf, daß durch m/10 Cyanid zwar die Phosphorylierung, nicht aber die Dephosphorylierung gehemmt wird. Der Anstieg des anorganischen Phosphats innerhalb der ersten 20 sec nach Cyanidzugabe ist demnach ein Maß für die Dephosphorylierungsgeschwindigkeit, die im stationären Zustand der Phosphorylierung gleich sein muß. Auf diese Weise konnte von ZÖLLNER[2]) auch bei *Chlorella* die Phosphorylierungsgeschwindigkeit während des Glucoseumsatzes gemessen werden. In eigenen Versuchen[3]) über den Glucoseeinbau durch *Chlorella* konnte gezeigt werden, daß die mit der Photosynthese gekoppelten Phosphorylierungen gegen eine Reihe von Giften, darunter auch Cyanid, unempfindlich sind. Demnach mußte es möglich sein, durch geeignete Aufeinanderfolge von Licht—Dunkel-Wechsel und Cyanidgabe diese Licht-Phosphorylierung auch quantitativ zu messen. Im folgenden wird ein derartiger repräsentativer Versuch beschrieben. Die Ergebnisse sind in Fig. 1 graphisch dargestellt.

24 Std verarmte Chlorellen wurden in destilliertem Wasser suspendiert (etwa 3 mg Trockengewicht/ml), die Suspension in drei gleiche Teile aufgeteilt und zu den jeweils vermerkten Zeiten je 5 ml mit einer Pipette entnommen und sofort in Trichloressigsäure (Endkonzentration 6%) gegeben. Nach Abzentrifugieren erfolgte die Bestimmung des anorganischen Phosphats nach MARTLAND und ROBISON. Während der Versuche wurden die Suspensionen mit Luft geschüttelt. Die Belichtung betrug rund 10000 Lux. Kurve 1 zeigt den Anstieg des anorganischen Phosphats nach Zugabe von m/10 Cyanid

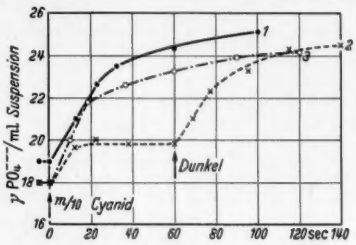


Fig. 1. Anorganisches Phosphat pro 5 ml Suspension in Abhängigkeit von der Zeit nach Zugabe von Cyanid. 1. +Glucose, Dunkel. 2. +Glucose, 10000 Lux Belichtung; nach 60 sec Dunkel. 3. +Glucose, 10000 Lux Belichtung. Cyanidzugabe und Verdunklung gleichzeitig zur Zeit O. $t = 20°$ C, $p_H = 5{,}6$ (ungepuffert).

zu 30 min mit Glucose vorgefütterten Chlorellen im Dunkeln. In den ersten 20 sec ergibt sich ein linearer Anstieg, aus dem sich eine Phosphorylierungsgeschwindigkeit (Q_P = Mole PO_4^{---} je min/ml Suspension) von $0{,}205 \cdot 10^{-7}$ errechnet. Erfolgt aber neben der Glucosefütterung auch noch Belichtung (Kurve 2), so steigt das anorganische Phosphat nach Cyanidzugabe nur gering an und erreicht rasch ein konstantes Niveau. Wird dann nach 1 min verdunkelt, so erfolgt ein starker Anstieg, der nach 30 sec etwa zum gleichen Niveau führt, das von Kurve 1 erreicht wurde. Aus diesem 2. Anstieg errechnet sich wiederum ein Q_P von $0{,}198 \cdot 10^{-7}$. Gibt man nach Vorfütterung und Vorbelichtung das Cyanid gleichzeitig mit Verdunklung zu (Kurve 3), so erfolgt der Anstieg wiederum sofort, wobei sich ein Q_P von $0{,}267 \cdot 10^{-7}$ ergibt.

Die Versuche zeigen, daß im Licht eine cyanidunempfindliche Phosphorylierung abläuft, die auch nach Zugabe von Cyanid den Phosphatspiegel niedrig hält, so daß der typische Cyanideffekt erst nach Verdunklung voll auftreten kann. Die angeführten Q_P-Werte lassen darauf schließen, daß die Phosphorylierungsgeschwindigkeiten beim Glucoseumsatz und bei annähernd gesättigter Photosynthese etwa gleiche Werte erreichen. Eine Addition beider Geschwindigkeiten bei gleichzeitiger Belichtung und Glucoseumsatz kommt nicht zustande, da beide Prozesse um gemeinsame Zwischenglieder (anorganisches Phosphat, $\sim p_H$-Akzeptoren) konkurrieren. In zahlreichen Versuchen ergaben sich immer ähnliche Zahlenverhältnisse wie in dem hier angeführten Beispiel.

Mit Hilfe der hier beschriebenen Methode wird es in Zukunft möglich sein, die Abhängigkeit der Lichtphosphorylierung von verschiedenen Photosynthesebedingungen eingehender zu studieren. Versuche in dieser Richtung sind am hiesigen Institut im Gange. Die Ergebnisse sollen demnächst an anderer Stelle ausführlicher dargestellt werden.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft bin ich für die Unterstützung dieser Arbeit zu Dank verpflichtet.

Botanisches Institut der Universität, München.

O. KANDLER.

Eingegangen am 16. Mai 1955.

[1]) LYNEN, F., u. R. KÖNIGSBERGER: Liebigs Ann. Chem. **573**, 60 (1951).
[2]) ZÖLLNER, N.: Hoppe-Seylers Z. **291**, 157 (1952).
[3]) KANDLER, O.: Z. Naturforsch. **10b**, 38 (1955).

Über die Trennung von Pflanzenproteinen mit Hilfe der Hochspannungs-Papierelektrophorese.

Die papierelektrophoretische Zerlegung des pflanzlichen Eiweißkomplexes ist unter den üblichen Bedingungen (110 bis 300 V) bisher in nur einem Falle gelungen, und zwar konnte SCHWARZE[1]) die Eiweiße der Kartoffelknolle trennen. REGGELIN[2]) stellte dagegen fest, daß die im Preßsaft der Zuckerrübe gelösten Eiweißstoffe im elektrischen Feld nicht wandern. Wir können diese Ergebnisse bestätigen. Weder durch Änderung der Puffersorten noch des p_H und der Ionenkonzentration läßt sich eine Wanderung erzwingen. Für das genannte Verhalten der pflanzlichen Eiweißstoffe lassen sich 2 Gründe anführen: 1. Ist eine starke Adsorption an nicht wandernde Komponenten des Extraktes[2]) und 2. eine Adsorption am Trägerpapier denkbar[2]),[3]).

Bei unseren Versuchen gingen wir von dem Gedanken aus, daß diese Adsorptionskräfte möglicherweise durch Anwendung erhöhter Energie zur Elektrophorese aufgehoben und überwunden werden könnten. Die Verstärkung des elektrischen Feldes wurde durch Anlegen von Hochspannung an die Elektrophoresestreifen erreicht. In einer früheren Mitteilung[4]) konnten wir zeigen, daß unter diesen Bedingungen die Auftrennung der Serumproteine in kurzer Zeit erfolgt. Diese

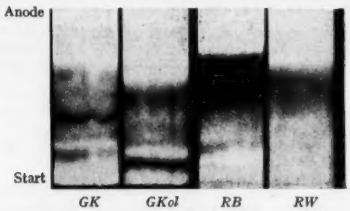


Fig. 1. Eiweißpherogramme von: Gerste Karyopse (*GK*), Koleoptile (*GKol*); Zuckerrübe: Blatt (*RB*), Wurzel (*RW*).

Methode ist nunmehr von uns auf die Papierelektrophorese der Eiweißstoffe grüner Pflanzenteile und pflanzlicher Speicherorgane mit Erfolg übertragen worden. Die günstigste Wanderung und Trennung der Pflanzenproteine wird in einem alkalischen Milieu (p_H 11,5) erzielt bei etwa 1500 V Spannung und einem Stromdurchfluß von 3 mA pro Streifen in 1,5 bis 3 Std. Wir verwenden den Borat-NaOH-Puffer nach SÖRENSEN vom p_H 12,32, der im Verhältnis 1:3 verdünnt wird, um eine unerwünschte Wärmeentwicklung am Elektrophoresestreifen zu vermeiden. Dabei ändert sich die Wasserstoffionenkonzentration von p_H 12,32 auf p_H 11,5. Zur Untersuchung gelangen entweder Preßsäfte oder nach der von uns für Pflanzenmaterial angegebenen Druck-Ultrafiltrationsmethode[5]) gewonnene Eiweißfilme, die mit wenig Filtratlösung aufgenommen werden. Das Chlorophyll wandert nicht im elektrischen Feld. Die Auftragsmenge beträgt 0,06 bis 0,15 cm^3, je nach Art des Materials. Als Träger eignen sich am besten die Chromatographiepapiere 2043b Mgl der Firma Schleicher & Schüll und Nr. 214 der Firma Macherey, Nagel & Co.

Unter den genannten Arbeitsbedingungen ist uns die Trennung folgender Pflanzeneiweiße gelungen (Fig. 1): Gerste: Karyopse und Blatt; Zuckerrübe: Wurzel und Blatt; Ricinus: Samen; Soja: Samen. Die angegebene Methode dürfte für die Trennung pflanzlicher Eiweiße allgemein brauchbar sein.

Botanisches Institut der Justus Liebig-Hochschule, Gießen.
GEROLD SCHNEIDER und GISELA SPARMANN.

Eingegangen am 30. April 1955.

[1]) SCHWARZE, P.: Naturwiss. **40**, 21 (1953).
[2]) REGGELIN, H.: Diss. Braunschweig 1953.
[3]) METZNER, H.: Nachr. Akad. Wiss. Göttingen 2b, 20 (1954).
[4]) SCHNEIDER, G., u. G. SPARMANN: Naturwiss. **42**, 156 (1955).
[5]) SPARMANN, G., u. G. SCHNEIDER: Naturwiss. **42**, 298 (1955).

Über die Isolierung weiterer Inhaltsstoffe aus den Wurzeln von *Rauwolfia canescens* L.

Aus den Wurzeln von Rauwolfia canescens L. wurden bisher die Alkaloide α-Yohimbin[1]), Reserpin[2]), Yohimbin[3]), Serpentin[3]), Deserpidin[4]), Pseudoyohimbin[5]) und β-Yohimbin[6]) isoliert. Im Zusammenhang mit unseren Arbeiten über Rauwolfia-Alkaloide haben wir gefunden, daß auch Raupin, Ajmalin, Ajmalicin und Reserpinin darin enthalten sind.

Raupin (Sarpagin). Nach Abtrennung von Reserpin und anderen schwach basischen Alkaloiden wurde bei p_H 9 mit Äther eine Fraktion erhalten, aus der wir eine in farblosen Nadeln kristallisierende Verbindung vom F. 340 bis 344° (Zers.) isolieren konnten. $[\alpha]_D^{21} + 52°$ (Pyridin). UV- und IR-Spektrum sind identisch mit denjenigen von Raupin aus Rauwolfia serpentina; der Mischschmelzpunkt zeigt keine Depression. Mit KELLERS Reagens wird eine beständige Violettfärbung erhalten, FEHLINGsche Lösung und ammoniakalische Silbersalzlösung werden bereits in der Kälte reduziert.

Ajmalin. Aus der Raupin-Mutterlauge konnten wir ein weiteres Alkaloid vom F. 158 bis 160° (Zers.) isolieren. $[\alpha]_D^{20} + 119°$ (Chloroform). Die Identität der Verbindung mit Ajmalin aus Rauwolfia serpentina wurde durch Vergleich der UV- und IR-Spektren sowie durch Schmelzpunkt, Mischschmelzpunkt und Farbreaktionen sichergestellt.

Reserpinin und *Ajmalicin (δ-Yohimbin).* Durch Chromatographie der Fraktion der schwachen Basen über Aluminiumoxyd mit Benzol haben wir zunächst Reserpinin (Zersetzungspunkt 233 bis 234°), daran anschließend Ajmalicin (Zersetzungspunkt 250 bis 251°) erhalten. Die Drehwerte $[\alpha]_D^{21,5} - 120°$ (Chloroform) für Reserpinin und $[\alpha]_D^{20} - 60°$ (Chloroform) für Ajmalicin sowie die UV- und IR-Spektren stimmen mit den Daten der entsprechenden Alkaloide aus Rauwolfia serpentina überein.

Es wurde lange Zeit hindurch angenommen, daß α-Yohimbin (Rauwolscin) das einzige in Rauwolfia canescens L. vorkommende Alkaloid sei[7]). Demgegenüber waren aus Rauwolfia serpentina BENTH. zahlreiche Alkaloide isoliert worden. Die neueren Forschungen haben jedoch ergeben, daß beide Rauwolfia-Arten einen reichhaltigen und in seiner Zusammensetzung ähnlichen Alkaloidgehalt aufweisen, was auf Grund ihrer nahen botanischen Verwandtschaft durchaus verständlich ist.

Wissenschaftliche Abteilung der Firma Dr. Karl Thomae GmbH., Biberach a.d. Riss.
JOHANNES KECK.

Eingegangen am 16. Mai 1955.

[1]) MOOKERJEE, A.: J. Indian Chem. Soc. **18**, 33 (1941).
[2]) KLOHS, M. W., H. D. DRAPER, F. KELLER u. F. J. PETRACEK: J. Amer. Chem. Soc. **76**, 1381 (1954).
[3]) HAACK, E., A. POPELAK, H. SPINGLER u. F. KAISER: Naturwiss. **41**, 479 (1954).
[4]) SCHLITTLER, E., P. R. ULSHAFER, M. L. PANDOW, R. M. HUNT u. L. DORFMANN: Experientia **11**, 64 (1955).
[5]) STOLL, A., u. A. HOFMANN: J. Amer. Chem. Soc. **77**, 820 (1955).
[6]) HOFMANN, A.: Helv. chim. Acta **38**, 536 (1955).
[7]) CHATTERJEE, A.: Fortschr. Chem. organ. Naturstoffe **10**, 393 (1953).

Eine Methode zur Erfassung kleinster Histaminmengen.

Die biologischen Methoden zur Bestimmung sehr kleiner Histaminmengen sind zwar für qualitative Untersuchungen geeignet, für quantitative Bestimmungen jedoch nur bedingt brauchbar. Die meisten chemischen Bestimmungsmethoden gründen sich auf die PAULYsche Reaktion[1]), bei der als Kupplungsreagenz diazotierte Sulfanilsäure verwendet wird. Andere Untersucher[2]) benutzen diazotiertes p-Nitranilin. Dieses Reagenz hat den Vorteil, daß der gebildete rote Azofarbstoff mit gewissen organischen Lösungsmitteln ausschüttelbar ist.

Bei unseren Untersuchungen kam es darauf an, eine Methode zu finden, die es gestattet, Histaminmengen zwischen 0,2 und 2 γ quantitativ zu erfassen. Zu diesem Zweck wurden die oben angegebenen Methoden auf ihre Brauchbarkeit durchgetestet, doch gelang es mit keiner von ihnen, diese kleinen Histaminmengen reproduzierbar wiederzufinden. Selbst die mit reinen wäßrigen Histaminlösungen aufgestellten Eichkurven wiesen eklatante Unregelmäßigkeiten auf und verliefen nicht linear. Es war infolgedessen nicht zu erwarten, daß mit einer dieser Methoden im biologischen Material einwandfreie Ergebnisse erzielt werden konnten. Die von uns erhaltenen Farbtonunterschiede waren selbst bei Einhaltung gleichmäßiger Versuchsbedingungen sehr auffallend. Diese Erscheinung steht im Einklang mit den Beobachtungen von FARGHER und PYMAN[3]), wonach an Imidazolkörpern eine mehrfache Kupplung eintritt und daher Mono- sowie Triazokörper verschiedener Farbintensität isoliert werden können. Bei Kupplungsreaktionen des Histamins mit Diazobenzolsulfosäure in stark alkalischer Lösung konnten DIEMAIR und FOX[4]) eine ganze Reihe verschiedener Farbprodukte nachweisen, die im Säulenchromatogramm in 7 Schichten zum Ausdruck kamen. Die gleichen Erscheinungen beobachteten wir

bei der Kupplung des Histamins sowohl mit diazotiertem p-Nitranilin als auch mit Diazobenzolsulfosäure. Diese Nebenreaktionen konnten erst durch Einhaltung ganz bestimmter Versuchsbedingungen ausgeschaltet werden: 1. Durch Verwendung eines Borsäure-Soda-Puffers vom p_H 11 vor der Kupplung mit diazotierter Sulfanilsäure; 2. durch Einhaltung einer bestimmten Temperatur bei der Kupplung, wobei sich 0° C als am günstigsten erwies; 3. durch Einlegung einer bestimmten Zeitspanne zwischen Kupplung und Alkoholzugabe.

Eine optimale Farbintensität wird dadurch erreicht, daß man die Kupplungsreaktion bei p_H 9,8 durchführt. Dieser Wert wird durch Zugabe einer bestimmten Menge Borsäure-Soda-Pufferlösung vor der Kupplungsreaktion erhalten. Die Temperatur beeinflußt die bei der Kupplung des Histamins mit dem Reagenz auftretenden Farbintensitäten. So wird beispielsweise bei einer Zimmertemperatur von 22° C eine höhere Intensität als bei 18° C erreicht. Daher führten wir alle Untersuchungen bei 0° C durch. Die maximale Farbintensität wird bei 0° C nach 7 min, bei Zimmertemperatur bereits nach 3 min erreicht. Die gebildete Farbe wird nach dieser Zeit durch Zugabe von Äthylalkohol stabilisiert. Die Farbtiefe hält sich dann mehrere Stunden lang unverändert. Für die photometrische Auswertung wird das Zeiß-Pulfrich-Photometer benutzt. Wir verwendeten Kleinküvetten von 5 cm Schichtdicke. Die Ablesung kann mit den Filtern S 50 oder S 53 durchgeführt werden; am geeignetsten erwies sich S 50. Wir haben an Hand vieler Messungen zeigen können, daß die linear verlaufenden Eichkurven innerhalb sehr kleiner Abweichungen reproduzierbar waren. Das LAMBERT-BEHRsche Gesetz hat bei Einhaltung der genannten Bedingungen Gültigkeit. Die Eichkurven stellen Gerade dar, die nicht durch den Nullpunkt gehen, sondern die Ordinate bei einem bestimmten Extinktionswert schneiden, da die Lösung mit der Histaminkonzentration 0,0 bereits eine bestimmte Extinktion hat, die durch die Eigenfarbe des Reagenzes hervorgerufen wird. Die Aufstellung einer Eichkurve erfolgt mit steigenden Histaminkonzentrationen zwischen 0,2 und 2 γ.

Das Untersuchungsverfahren wird an anderer Stelle ausführlich mitgeteilt.

Physiologisch-Chemisches Institut der Friedrich-Schiller-Universität, Jena (Direktor: Prof. Dr. med. BERNHARD ZORN).

FELIX SCHMIDT und INGETRAUD GRUHN.

Eingegangen am 29. April 1955.

[1]) KOESSLER, K. K., u. M. T. HANKE: J. of Biol. Chem. **39**, 497 (1919); **43**, 521 (1920); **59**, 803 (1924). — MACIAG, A., u. SCHOENTAL: Mikrochem. **24**, 243 (1938).

[2]) GEBAUER-FÜLNEGG, E.: Z. physiol. Chem. **191**, 222 (1930). — ROSENTHAL, S. M., u. H. TABOR: J. Pharmacol. Exp. Therapeut. **92**, 425 (1948).

[3]) FARGHER, R. G., u. F. L. PYMAN: J. Chem. Soc. [London] **115**, 236 (1919).

[4]) DIEMAIR, W., u. H. FOX: Biochem. Z. **298**, 38 (1938).

Über die Isolierung und Bestimmung des Histamins mit Hilfe der Papierchromatographie.

In der vorangehenden Mitteilung[1]) wurde gezeigt, daß bei geeigneten Versuchsbedingungen Histamin als Azofarbstoff photometrisch bestimmbar ist. Es lag nahe, die Anwendbarkeit dieser Methode auch auf biologisches Material zu prüfen, wenn sie mit einer geeigneten Methode zur Isolierung des Histamins kombiniert wird. Zu diesem Zweck wurde versucht, Histamin papierchromatographisch zu isolieren und gegebenenfalls quantitativ zu bestimmen. Über papierchromatographische Untersuchungen an Histamin existieren nur wenige Mitteilungen[2]), die sich im wesentlichen damit begnügen, die Base in Gegenwart verschiedener Aminosäuren zu identifizieren. Bei diesen Untersuchungen sind häufig zweidimensionale Chromatogramme nötig.

Bei unseren Untersuchungen kam es darauf an, Histamin von Stoffen abzutrennen, die gleichfalls mit diazotierter Sulfanilsäure gefärbte Kupplungsreaktionen eingehen. Wir haben uns zunächst auf die Abtrennung des Histamins von Histidin, Tyrosin und Tyramin beschränkt. Die Reaktionsfähigkeit dieser Körper mit diazotierten aromatischen Aminen ist schon von PAULY u. a.[3]),[4]) beobachtet worden.

Methodik. Wir bedienten uns der aufsteigenden Methodik und benutzten als Lösungsmittel sowohl das von PARTRIDGE angegebene Butanol-Eisessig-Wassergemisch als auch Isobutanol, gesättigt mit 1%iger Ammoniaklösung. Als Papier verwandten wir die Sorte 2043b der Firma Schleicher & Schüll*). Die Laufzeit betrug bei Verwendung des PARTRIDGE-Gemisches 15 Std, bei Isobutanol-Ammoniak 20 Std. Die lufttrockenen Papierchromatogramme wurden zunächst mit Borsäure-Soda-Pufferlösung und danach mit diazotierter Sulfanilsäure beidseitig besprüht. Die Flecken sind bei Histidin und Histamin erdbeerrot, bei Tyrosin und Tyramin entwickeln sie sich rotbraun. Durch ein nachträgliches Besprühen mit Äthanol (96%ig) sind die Farbflecken lange Zeit beständig.

Bei Verwendung des PARTRIDGE-Gemisches läßt sich zwar Histamin gut von Tyrosin und Tyramin trennen, jedoch nicht von Histidin. Letztere Trennung gelingt aber einwandfrei bei Anwendung von Isobutanol-Ammoniak als Lösungsmittel. Das gleiche gilt für zugleich anwesende Tyrosin und Tyramin. Die untere Erfassungsgrenze für Histamin beträgt 0,1 γ. Die Gegenwart von Kochsalz, Globulin, Albumin, Glukose, Calcium- und Phosphationen wie auch die Anwesenheit von menschlichem Serum hat keinen Einfluß auf die Trennbarkeit der genannten Substanzen und auch keinen erkennbaren Einfluß auf die R_f-Werte. Zur quantitativen Bestimmung des Histamins werden die Papierstreifen in Höhe des Histamin-R_f-Wertes markiert und Quadrate (2 × 2 cm) herausgeschnitten. Aus den Papierstücken wird die Base mit 1 ccm n/1000 Salzsäure eluiert, mit diazotierter Sulfanilsäure zum Farbstoff gekuppelt[1]) und photometrisch bestimmt. In Kontrollanalysen wurden 90 bis 96% des zugesetzten Histamins wiedergefunden.

Tabelle 1.

Substanz	PARTRIDGE-Gemisch	Isobutanol-NH_3
Histamin . . .	R_f: 0,12; erdbeerrot	R_f: 0,32 erdbeerrot
Histidin	0,12; erdbeerrot	0,02 erdbeerrot
Tyramin . . .	0,71; rotbraun	0,70 rotbraun
Tyrosin	0,49; rotbraun	0,06 rotbraun

Über weitere Versuche, Histamin auch im biologischen Material zu erfassen, wird später berichtet werden.

Physiologisch-Chemisches Institut der Friedrich-Schiller-Universität, Jena (Direktor: Prof. Dr. med. BERNHARD ZORN).

FELIX SCHMIDT und DIETER VORHEIER.

Eingegangen am 29. April 1955.

*) Der Firma Schleicher und Schüll, Dassel, Krs. Einbeck, sei auch an dieser Stelle für die Überlassung des Papiers bestens gedankt.

[1]) SCHMIDT, F., u. I. GRUHN: Naturwiss. **42**, 391 (1955).

[2]) DENT, C. E.: Biochemic. J. **41**, 240 (1947). — BRENNER, I. M., u. R. H. KENTEN: Biochemic. J. **49**, 651 (1951).

[3]) PAULY, H.: Z. physiol. Chem. **42**, 508 (1904); **94**, 284 (1915). LAUTENSCHLÄGER: Z. physiol. Chem. **102**, 226 (1918).

[4]) WEISS, M., u. SSOBOLEW: Biochem. Z. **58**, 119 (1913).

Eine biochemische Wirkung des Vitamins A.

Die klinische Bedeutung des Vitamins A ist in den letzten Jahrzehnten durch zahlreiche experimentelle Untersuchungen hervorgehoben worden. Auffallend sind die im Vitamin A-Mangel eintretenden Veränderungen sämtlicher Epithelien. Es treten Degenerationen sowohl an den Epithelien der Verdauungsorgane, Atmungsorgane und der epidermalen Gewebe als auch an denen des Urogenitalapparates auf. Die physiologisch-chemische Funktion des Vitamins A im Zellstoffwechsel ist bisher unbekannt.

An Hand der beobachteten Mangelsymptome erschien es wünschenswert, den Einfluß des Vitamins A auf den Nucleinsäurestoffwechsel zu studieren. Aus diesen Gründen wurden die Desoxyribonucleinsäure(DNS)- wie die Ribonucleinsäure (RNS)-Gehalte nach der Methode von DISCHE[1]) und MEJBAUM[2]) in 10 Organen von 2 Rattenversuchsgruppen der SPRAGUE-DAWLEY-Zucht bestimmt, deren eine sich unter sonst gleichen Nahrungsbedingungen im Vitamin A-Mangel befand. Jede Gruppe umfaßte 8 Tiere, beide Gruppen wurden bei gleichem Gewicht von etwa 80 g getötet und entblutet.

Tabelle 1 zeigt die einzelnen Gehalte an DNS wie RNS und deren prozentuale Veränderung der Vitamin A-Mangeltiere gegenüber den Kontrolltieren. Bei sämtlichen in der Tabelle angeführten Organen, bis auf Milz und Leber, ist ein Abfallen sowohl der DNS wie auch RNS festzustellen.

Zur Prüfung der Frage, ob es sich bei diesem Nucleinsäuregehaltsabfall um einen primären oder sekundären Prozeß im Vitamin A-Mangelzustand handelt, wurden durchschnittlich 160 bis 200 g schweren Normaltieren 1000 i.E. Vitamin A-Palmitat subkutan in wäßriger Emulsion appliziert. Jedem Versuchstier wurde ein in Alter und Haltung annähernd gleiches Kontrolltier gegenübergestellt, das jeweils nur die ent-

Tabelle 1. *NS-Mittelwerte des Vitamin A-Mangelversuchs bei durchschnittlichem Körpergewicht von 70 g* (68 bis 72 g).

Organ	Mittelwerte der				Veränderung der NS-Gehalte der Mangeltiere gegenüber den Normaltieren in %	
	Mangeltiere		Normaltiere			
	DNS	RNS	DNS	RNS	DNS	RNS
Haut	4,4	6,3	11,1	7,0	−60	−10
Hoden	4,3	3,8	8,5	4,0	−49	− 5
Darm	7,4	9,1	8,9	11,5	−17	−21
Milz	17,7	17,2	13,3	12,0	+33	+43
Nieren	5,1	5,6	5,4	5,6	− 5	0
Nebennieren	7,4	13,3	35,1	21,4	−79	−38
Zwerchfell	3,8	4,8	4,6	5,8	−17	−17
Leber	3,6	9,1	3,2	12,4	+12	+27
Herz	3,1	3,4	3,8	3,5	−18	− 3
Gehirn	2,3	3,4	2,7	3,4	−15	0
Schilddrüsen	15,7	13,3	73,2	43,4	−79	−69

sprechende Menge des Emulsionsmittels erhielt. Die durchschnittliche Zunahme der einzelnen Nucleinsäurewerte der insgesamt 12 angesetzten Versuchspaare ist in Tabelle 2 wiedergegeben. Unter diesen Bedingungen ist in allen Organen ein Ansteigen der DNS wie der RNS festzustellen. Es hat den Anschein, daß die RNS-Gehalte in größerem Maße zunehmen als die DNS-Gehalte.

Tabelle 2. *Durchschnittliche NS-Veränderungen in Prozent vom Ausgangswert nach subk. Applikation von 1000 iE Vitamin A-Palmitat* (Versuch mit 12 Tierpaaren).

Organ	DNS	RNS	Nucl.*)	Organ	DNS	RNS	Nucl.*)
Haut	+19	+35	+19	Gehirn	− 3	+14	+ 5
Darm	+21	+22	+22	Hoden	+ 8	+24	+14
Milz	+ 7	+28	+12	Herz	+ 9	+13	+10
Nieren	+10	+13	+10	Zwerchfell	+18	+ 7	+12
Nebennieren	+ 7	+15	+12	Leber	+ 3	+ 1	+ 1

*) Nucl. = Gesamtnucleinsäure.

Durch weitere Versuche soll geklärt werden, ob das Vitamin A aktivierend in die Nucleinsäuresynthese oder hemmend in den Nucleinsäureabbau eingreift.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft wird für die Unterstützung bestens gedankt.

Institut für Physiologie und Ernährung der Tiere der Universität, Laboratorium für Vitaminforschung und- prüfung, München (Vorstand: Prof. Dr. Dr. Joh. Brüggemann).

Karl-Heinz Niesar.

Eingegangen am 3. Mai 1955.

[1]) Bergold, G., u. L. Pister: Z. Naturforsch. 3b, 406 (1948).
[2]) Mejbaum, W.: Hoppe-Seyler's Z. physiol Chem. 258, 117 (1939).

Über die Teilnahme des Trimethylamins in pflanzlichen Infektionsprozessen.

Schaffnit und Lüdtke nahmen an[4]), daß die durch Pilze erzeugten biogenen Amine auf höhere Pflanzen toxisch wirken. Dieser Aufsatz enthält einige Angaben, die speziell die Möglichkeit einer Teilnahme des Trimethylamins an pflanzlichen Infektionsprozessen unterstützen. Die freie Base ist, wie schon lange bekannt, außerordentlich schnell permeabel. Wenn wir die konkave Epidermis der Zwiebelschuppen eine Stunde lang in 0,5 Mol Trimethylamin · HCl legen, können wir das übliche Bild der Plasmolyse feststellen. Die so plasmolysierten Zellen können in 1,0 Mol Carbamid deplasmolysiert werden; während der Deplasmolysierung zerreißen jedoch die Grenzschichten der Zellen zu etwa 60 bis 80%, und das Plasma fließt heraus. Dieser Vorgang kann längere Zeit hindurch unter dem Mikroskop genau beobachtet werden. Die so zerstörten Zellen können selbstverständlich in Glucoselösung von höherer Konzentration nicht wieder plasmolysiert werden. Demnach verursacht Trimethylamin · HCl in den Grenzschichten der Zellen eine derartige Schädigung, wie sie von Rubin und Arzichovskaya[3]) bei manchen durch Pilze beschädigten Pflanzen beschrieben wurde. In mit 0,01 Mol Trimethylamin · HCl infiltrierten, 4 Tage alten Roggenkoleoptylen steigt QO_2 von 0,44 auf 0,67. Die Atmung wird also durch Trimethylamin · HCl erhöht. Solche Steigerung der Atmung kann bei den verschiedenen Infektionen sehr oft beobachtet werden.

Außerdem wurde festgestellt, daß Trimethylamin · HCl bei 0,01 Mol Konzentration die Amylase-Aktivität des Preßsaftes der viertägigen Roggenkoleoptylen steigerte, jedoch die Aktivität der Peroxydase und Katalase hemmte. Auf Polyphenoloxydase übte es keine Wirkung aus, auf Saccharase ebenfalls nicht, obwohl Trimethylamin · HCl nach Heffter die Aktivität der Saccharase erhöht[2]).

Trimethylamin · HCl in 0,01 Mol Konzentration hemmte die Keimung des Roggens. Die freie Base zeigte eine noch stärkere hemmende Wirkung. Schließlich sei noch bemerkt, daß das Trimethylamin in zahlreichen pathogenen Pilzen vorkommt[5]) (*Tilletia laevis* Kühn, *Ustilago maydis* Tub., *Puccinia graminis* Pers., *Claviceps purpurea* Kühn), ferner, daß das Trimethylamin nach Frenyó die Keimung der Weizenbrandsporen regelt[1]). Auf Grund dieser Beobachtungen scheint es wahrscheinlich, daß das Trimethylamin in pflanzlichen Infektionsprozessen eine bedeutende Rolle spielt.

Eine ausführliche Mitteilung wird woanders erscheinen.

Heilpflanzenforschungs-Institut, Budapest, XII., Dániel-ut 40

Andreas St. Garay.

Eingegangen am 11. Mai 1955.

[1]) Frenyó, V.: Budapesti Tud. Egy. Biol. Int. Évk. 1, 88 (1950).
[2]) Heffter: Zbl. Physiol. 23, 295 (1909).
[3]) Rubin, B. A., u. E. W. Arzichovskaya: Biochimitscheskaja charakteristika ustojtschivosti rastenij k mikroorganismam. Akad. Nauk SSSR Moskva 1948.
[4]) Schaffnit, E., u. M. Lüdtke: Ber. dtsch. bot. Ges. 50, 444 (1932).
[5]) Wehmer, C., u. M. Hadders: Systematische Verbreitung und Vorkommen der Amine. In Klein, Handbuch der Pflanzenanalyse. Wien: Springer 1933.

Die Hemmung der progressiven Transformation der Nebennierenrinde durch Androsteronpropionat.

Die Wirkung künstlich zugeführter Sexualhormone auf die hypophysär beeinflußte Transformation [die Kerngrößenverhältnisse der Nebennierenrinde (NNR)] entspricht unter Zugrundelegung der meist als gültig angesehenen Lokalisation der Hormonbildungsstätten[3]) der Vorstellung einer zellulären Korrelation von Hypophysenvorderlappen(HVL)-Hormonen[2]). Ein Bremseffekt von Testosteron konnte aber noch nicht eindeutig demonstriert werden. Deswegen wurde die Wirkung von Paraoxypropiophenon (Parox) und Sexualhormonen auf die NNR untersucht, nachdem Paroxgaben allein zu einer signifikanten progressiven Transformation, einer Zellkernvergrößerung von 40 bis 60% führten.

Implantiert man weiblichen Meerschweinchen gleichen Gewichts 25 mg Cyren A und gibt bis zu einer Versuchsdauer von 11 Tagen 2mal täglich 50 mg Parox oral, dann beobachtet man mit der Methode von Tonutti[1]) und einem Fehler von $3\sigma = \pm 6{,}92\%$ in der Z. fasciculata der NNR eine Kernvolumenvergrößerung bis zu 85,0% (mit Cyren A allein bis zu 32,5%). Bei Verwendung von männlichen Tieren und einem Fehler von $3\sigma = \pm 2{,}05\%$ geht die Volumenzunahme bis zu 31,0% (mit Cyren A allein bis zu 15,2%). Die Variationskurven der Kernvolumina zeigen eine entsprechende Rechtsverschiebung. Gibt man männlichen Tieren 0,2 cm³ einer Kristallsuspension Androsteronpropionat (Anertan) sc. und gleichzeitig bis zu einer Versuchsdauer von 7 Tagen 2mal täglich 50 mg Parox oral, dann scheint bei Betrachtung der Summenvolumina von je 200 Kernen eine Zellkernverkleinerung bis −8,2% (mit Anertan allein bis −5,5%) vorzuliegen. Die Variationskurve der Kerngrößen zeigt aber keine nennenswerte Rechts- oder Linksverschiebung. Bei derselben Versuchsanordnung mit weiblichen Tieren erhält man ein ähnliches Resultat. Die Summenvolumina liegen zwischen 10 und 11% über der Norm, die Verteilungskurven der Kerngrößen entsprechen aber ebenso wie die von nur mit Anertan behandelten Tieren denen von Normaltieren.

Der Vergleich mit der Paroxwirkung allein zeigt also, daß im Hinblick auf die Transformation des Fasciculatagebiets der NNR unter Paroxgaben der Effekt von Cyren A erhöht wird, während die Paroxwirkung unter Anertan deutlich

gebremst wird. Diese Resultate stimmen mit der Vorstellung einer zellulären Korrelation der HVL-Hormone überein.

Ausführliche Publikation erfolgt in „Arzneimittelforschung".

Hygiene-Institut der Universität, Mainz (Direktor: Prof. Dr. H. Kliewe).

G. Gillissen und I. Gillissen.

Eingegangen am 25. Mai 1955.

[1]) Boguth, W., H. Langendorff u. E. Tonutti: Med. Welt **20**, 408 (1951).
[2]) Gillissen, G., u. I. Gillissen: Endokrinologie (im Druck).
[3]) Voss, H. E.: 5. Kolloquium d. Ges. f. Phys. Chemie. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1955.

Über die Erdalkalien des Muskels: Ihr Einfluß auf die Muskelhydratation und die Bestimmung ihrer Bindungsfestigkeit.

Nach früheren Untersuchungen[1]) wird die Hydratation des Muskels durch gewisse Salze, die auf Grund ihrer Stellung in der Hofmeisterschen Reihe nicht hydratisierend wirken sollten, wie Phosphate oder Citrate, stark erhöht. Wir konnten wahrscheinlich machen, daß diese Salze durch Eliminierung der von Natur aus im Muskel enthaltenen und dessen Hydratation herabsetzenden Erdalkalien unter Fällung oder Komplexbindung die Hydratation steigern.

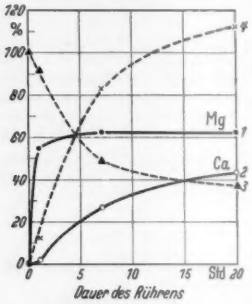


Fig. 1. Die Wirkung der Entfernung von Ca und Mg aus zerkleinertem Rindermuskel mit Lewatit S 100 (M. longissimus dorsi, 4 Tage bei +2° C gelagert). Alle Werte sind auf die entsprechend behandelten, lewatitfreien Mischungen bezogen. Kurven 1 und 2: Aus dem Zentrifugenrückstand ausgetauschtes Ca und Mg. Kurve 3: Zentrifugatvolumen. Kurve 4: Wasserbindung des Zentrifugenrückstandes [„Preßversuche"[2]) unter Zusatz von 100% H_2O].

Die Richtigkeit dieser Annahme ließ sich nunmehr durch teilweisen Entzug der Erdalkalien aus dem zerkleinerten Muskel mit Hilfe von Kationenaustauschern nachweisen. Ein 10% Lewatit S 100 (Na^+-Form) und 100% H_2O enthaltender, auf p_H 7,0 eingestellter Muskelbrei zeigt nach einigen Stunden Rühren bei 0° C gegenüber einer entsprechend behandelten lewatitfreien Mischung einen auffallenden Unterschied: Die lewatitbehandelte Mischung ist so gelatinös-fest, daß sie beim Umstürzen des Glases nicht ausfließt, während die lewatitfreie Mischung ihre breiig-flüssige Konsistenz bewahrt hat. Dieser kräftige Hydratationseffekt läßt sich durch Zentrifugieren (11000 U/min) sowie durch Bestimmung des im Zentrifugenrückstand enthaltenen lockeren Wassers nach einer von uns ausgearbeiteten Methode[2]) messend erfassen. Fig. 1 gibt die Änderung dieser Daten mit zunehmender Dauer der Lewatitbehandlung unter Vergleich mit dem Kationenaustausch wieder. 60% des Magnesiums sind leicht austauschbar, während Calcium weit langsamer ausgetauscht wird. Für die Hydratationszunahme ist in erster Linie die Eliminierung des Calciums maßgebend. Es steht dies mit der bekannten Tatsache in Übereinstimmung, daß Ca von Proteinen fester gebunden wird und stärker dehydratisierend auf diese einwirkt als Magnesium.

Wie zu erwarten, erhöhen Phosphate die Wasserbindung des erdalkaliarmen Materials wesentlich weniger stark als die des unbehandelten. Die Hydratationserhöhung beträgt bei lewatitfreien Mischungen 41% (Orthophosphat) bzw. 68% (Polyphosphat), bei lewatitbehandeltem Material hingegen nur 23% (Orthophosphat) bzw. 49% (Polyphosphat).

Das hier erwähnte Verfahren, die Bindungsfestigkeit verschiedener Ionen im Gewebe durch Behandeln mit Ionenaustauschern zu bestimmen, dürfte vom allgemeinerem Werte sein*). So haben wir auf diesem Wege Aufschlüsse über die Bindungsfestigkeit von Zink und Eisen im Muskel erhalten. Über diese Versuche sowie unsere Untersuchungen über die postmortale Änderung des Bindungszustandes anorganischer Kationen und Anionen im Gewebe unter besonderer Berücksichtigung der Fleischreifung und über den Einfluß der Ionenbindung auf die Fleischfarbe soll an anderer Stelle berichtet werden.

Kulmbach, Chemisch-Physikalisches Institut der Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft (Direktor: Prof. Dr. R. Grau).

R. Hamm.

Eingegangen am 25. Mai 1955.

*) Auch zur Ermittlung der Ca-Bindung im Serum wurde bereits die Behandlung mit Kunstharzaustauschern angewendet[3]).

[1]) Grau, R., R. Hamm u. A. Baumann: Naturwiss. **40**, 535 (1953). — Grau, R., u. R. Hamm: Vortrag v. d. Ges. f. physiol. Chem., Homburg (Saar) 1953. — Ref. Ber. ges. Physiol. exp. Pharmakol. **162**, 363 (1954). — Hamm, R.: Fleischwirtschaft **7**, 196 (1955).
[2]) Grau, R., u. R. Hamm: Naturwiss. **40**, 29 (1953).
[3]) Klement, R., M. Strehle u. H. Gross: Naturwiss. **40**, 246 (1953).

Regression maligner Tumoren durch Injizierung und perorale Verabreichung von zytostatischen Antimetaboliten.

Auf dem Gebiet der biochemischen Krebstherapie wurde von uns eine Stoffklasse zytostatischer Antimetabolite, die zellbiologisch seit einiger Zeit bereits als Inhibitoren bekannt sind[1]), durch eine beiläufige Beobachtung entdeckt und nach Sicherung der Indikation (Abklingen von Ratten- und Mäusetumoren ohne feststellbaren Sekundäreffekt) der experimentellen Krebsforschung zugänglich gemacht[2]).

An malignen Tumoren (Ratte, Maus) eruierten wir im orientierenden Testversuch erstmalig die regressierende Wirkung der antimetabolitischen Stoffklasse, und zwar waren wir dabei so vorgegangen, daß wir den Antimetaboliten — im betreffenden Falle z. B. 2,4-Dinitrophenol (DNP) als einen der typischen Repräsentanten — rings um und auch direkt in die Geschwulst injizierten. Schon in den anfänglichen systematischen Versuchsreihen, die mit Unterstützung von Dr. med. H. Heurich durchgeführt wurden, zeigte es sich ganz eindeutig, daß unter der antimetabolitischen Einwirkung das Geschwulstwachstum (experimentell erzeugte maligne Tumoren) nicht nur zum Stillstand, sondern teilweise sogar, wenn die Heterolyse noch nicht zu weit fortgeschritten ist, vollständig zum Abklingen kommt. Durch fortgeführte Untersuchungen mit anderen Antimetaboliten der gleichen Reaktionsgruppe konnte von uns grundsätzlich die krebszytostatische Wirksamkeit der in Frage stehenden antimetabolitischen Stoffklasse sichergestellt werden, womit zugleich deren Bedeutung für die experimentelle Krebsforschung von uns offenkundig gemacht worden ist.

Die zytostatischen Antimetabolite sind dadurch miteinander reaktionsverbunden und biologisch kategorisiert, daß sie die ergonische (ADP-) Phosphorylierung inhibieren und auf diese Weise die synthetischen Plasmafunktionen hemmen bzw. vollständig inaktivieren. Ihre physiologische Sonderstellung — jedenfalls, was die ihnen zugehörigen Pharmaka (DNP, Atebrin, Thyroxin usw.) anbetrifft — zeichnet sich dadurch markant ab, daß sie einen sicheren zytostatischen Effekt hervorrufen, der jedoch reversibel ist und somit keine nekrogene Zellschädigung zur Folge hat. Selbstverständlich sollen auch die übrigen Vertreter dieser Stoffgruppe (weitere Nitrophenol- und Phenolderivate, Azide, Azinfarbstoffe usw.) nicht vernachlässigt, sondern von uns ebenfalls einer eingehenden Prüfung unterzogen werden.

In Zusammenarbeit mit dem Dermatologischen Institut der Humboldt-Universität zu Berlin wurden die Untersuchungen auf breitere Basis gestellt und dahingehend erweitert, daß wir die Antimetabolite auch in bezug auf ihre prophylaktischen Eigenschaften überprüften (Inhibierung der Entwicklung überimpfter Tumoren; Verhütung der Metastasierung durch perorale Verabreichung nach Exzision der Jensen-Sarkome). Über die erzielten Ergebnisse werden wir zur gegebener Zeit gemeinsam berichten.

Vor kurzem hat G. Domagk[3]) mitgeteilt, daß man mit Chinonen Rattentumoren zum Verschwinden bringen kann. Nach unseren vorliegenden Feststellungen darf eine mindestens ebenso große Beachtung, nicht zuletzt wegen der teilweise weit geringeren Toxizität, die Stoffklasse der zytostatischen Antimetabolite beanspruchen, über deren klinische Anwendbarkeit wir durch weitere Vorprüfungen im Tierexperiment Aufschluß zu erhalten suchen.

Herrn Oberarzt Dr. R. Kirsch (Geschwulstklinik der Humboldt-Universität zu Berlin) und seiner Assistentin

M. MITZNER danken wir für die freundliche Unterstützung bei der Beimpfung der Versuchstiere mit WALKER- und JENSEN-Sarkom.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. W. FRIEDRICH), *Abteilung Krebsforschung/Mikrobiologie (Leiter: Prof. Dr.* F. WINDISCH).

F. WINDISCH und W. HEUMANN.

Hautklinik und Poliklinik der Humboldt-Universität zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. K. LINSER).

K. LINSER und H. LANGER.

Eingegangen am 3. Mai 1955.

[1]) PICKETT, M. J., u. C. E. CLIFTON: Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **46**, 443 (1941). — CLIFTON, C. E.: Adv. Enzymol. **6**, 269 (1946). — LOOMIS, W. F., u. F. LIPMANN: J. Biol. Chem. **173**, 807 (1948). — WINDISCH, F., H. HAEHN u. W. HEUMANN: Arch. Geschwulstforsch. **6**, 64 (1953), und zwar S. 69—74. — WINDISCH, F., E. HERFURT u. G. RÜHLE: Z. Naturforsch. (im Druck).

[2]) WINDISCH, F., u. W. HEUMANN: Naturwiss. **41**, 481 (1954).

[3]) DOMAGK, G.: Vortrag bei dem Treffen der Nobelpreisträger in Lindau 1954.

Streptomycinempfindlichkeit der Sporen von Streptomyces griseus.

Am Anfang der Streptomycinforschung beobachteten WAKSMAN und Mitarbeiter[1]), daß die Antibiotika produzierenden Stämme von Streptomyces griseus gegen Streptomycin

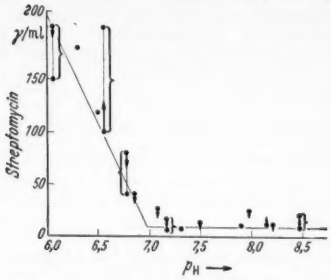


Fig. 1. Das Auskeimen der Sporen von Streptomyces griseus in 50% hemmenden Streptomycinkonzentrationen in Abhängigkeit vom p_H.

nicht empfindlich sind. Seit dieser Beobachtung ist die Erhöhung der Resistenz der produzierenden Stämme gegen die von ihnen produzierten Antibiotika ein wichtiger Kunstgriff bei der systematischen Anzüchtung der besser produzierenden Streptomycetenstämme. Der Stamm Nr. 134, welcher in unserem Institut von LOVREKOVICH[2]) durch UV-Bestrahlung erzeugt wurde, ergab im Oberflächenverfahren eine Streptomycin-Ausbeute von 1500 bis 2000 γ/ml, submers 300 γ/ml, bei optimalen Verhältnissen. Die Sporen dieses Stammes sind streptomycinempfindlich.

Experimentelles. Die Sporenbildung von Streptomyces griseus geschah auf Kartoffelextrakt-Agar[2]). Die Sporen wurden bei sterilen Verhältnissen mit Hilfe von Glasperlen mit destilliertem Wasser abgewaschen, durch Gaze filtriert und 10 bis 15 min lang mit Glasperlen geschüttelt. Die so gewonnene Sporensuspension wurde in entsprechenden Verdünnungen in Kartoffelextrakt-Agar gemengt und in PETRI-Schalen gegossen; die entstandenen Kolonien wurden immer nach 48 Std gezählt. Bei unseren experimentellen Verhältnissen erfolgte kein Abbau von Streptomycin.

Ergebnisse. Die Ergebnisse sind in Fig. 1 zusammengefaßt. Abszisse ist das p_H des Agars, Ordinate die 50%ige Hemmung bedeutende Konzentration. Unter 50%iger Hemmung verstehen wir, daß die Zahl der binnen 2 Tagen entstandenen Kolonien um 50% gesunken ist.

Es gelang uns natürlich nicht, in jedem Falle diese 50%ige Hemmung genau zu treffen; deswegen haben wir folgendes Verfahren angewandt. Wir haben die beiden angewandten Konzentrationen, zwischen denen die 50%ige Hemmung lag, in Fig. 1 eingetragen und den wahrscheinlichen Wert mit einem aus dem Punkt ausgehenden Pfeil vermerkt, der dieser Hemmung näher lag. Wo die Hemmung bei der angewandten Konzentration nahezu, aber nicht genau 50% betrug, haben wir durch einen Pfeil die Abweichung dargestellt.

Bei diesen Experimenten konnten wir die interessante Tatsache beobachten, daß die Sporen von einem Streptomycin gut produzierenden Stamm gegen ihr eigenes Antibiotikum sehr empfindlich sein können, so daß in einem Agar, dessen p_H alkalischer als p_H 7,0 ist, in Gegenwart von 10 bis 15 γ/ml Streptomycin die Sporen nur in 50% auswachsen können. Verschiebt sich das p_H in saurer Richtung, so sinkt die Empfindlichkeit stark. Das kann in folgender Weise gezeigt werden: In eine PETRI-Schale werden 20 ml Kartoffelextrakt-Agar (p_H 8,0) gegossen. Seine Oberfläche wird mit 1 ml einer Sporensuspension oberflächlich geimpft, die 10^8 Sporen je ml enthält; der Überfluß der Flüssigkeit wird abgesaugt. Die Platten werden in üblicher Weise gelocht (⌀ 8 mm). Gibt man in die Löcher eine der Produktionskapazität entsprechende Streptomycinmenge, so entstehen nach 2 Tagen Hemmungsringe auf der Platte (Fig. 2). Sind die Ringe nicht genügend scharf und so für „Punkt-Messung" nicht geeignet, oder dauert die Inkubation länger als 2 Tage, so können wir in jedem Falle zerstreut ausgewachsene resistente Kolonien innerhalb des Hemmungsringes finden.

Fig. 2. Mit 300 und 600 γ/ml Streptomycin entstandene Hemmungsringe auf mit Streptomyces griseus geimpften Platten.

Nach unseren Beobachtungen sind die Sporen von Streptomyces griseus gegen Streptomycin A und Streptomycin B im gleichen Maße empfindlich. Myceliumfreie rohe Fermentationsflüssigkeiten (die Fermentationsflüssigkeit wird mit Oxalsäure auf p_H 2,0 gestellt, filtriert, dann neutralisiert) geben nie den ihrem Streptomycingehalt entsprechenden Hemmungsring.

Wir bedanken uns für die wertvolle technische Assistenz von Frau GY. PÁPAI und K. STECZEK.

Budapest VII, Forschungsinstitut der Pharmazeutischen Industrie.

I. HORVÁTH und M. NATONEK.

Eingegangen am 30. April 1955.

[1]) WAKSMAN, S. A., H. C. REILLY u. D. B. JOHNSTON: J. Bacteriol. **52**, 393 (1946).

[2]) LOVREKOVICH, I.: Vortrag auf der I. Sitzg. der Ung. Mikrobiol. Ges. 1952.

Die submikroskopische Struktur der Chromoplasten.

(Die Chromoplasten von Solanum capsicastrum und Rosa canina.)

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Chromoplasten ihrer Form[1]) und Entstehung[2]) nach zu charakterisieren und sie in verschiedenen Typen zusammenzufassen. Auch bei unseren elektronenmikroskopischen Untersuchungen ergaben sich bestimmte strukturbedingte Typen. Eine Klassifizierung auf Grund der submikroskopischen Struktur und ein Vergleich mit den bisherigen Typisierungsversuchen wird erst nach Beendigung unserer Untersuchungen erfolgen. Die Chromoplasten aus dem Pericarp von Solanum capsicastrum und aus dem Fruchtbecher von Rosa canina variieren von ovalen Formen bis zu Spindeln und Polyedern. Die Chromoplasten von Solanum capsicastrum sind im allgemeinen größer als die von Rosa canina, wie aus einem Größenvergleich der lang gestreckten spindelförmigen Plastiden hervorgeht. (Solanum capsicastrum: Länge 20 bis 25 μ, Durchmesser 3 bis 6 μ, Rosa canina: Länge etwa 15 μ, Durchmesser 1 bis 2,5 μ.) Im Lichtmikroskop ist in den Plastiden eine Längsstreifung sichtbar, die bei positivem Phasenkontrast und im polarisierten Licht noch deutlicher wird und auf gerichtete Strukturelemente schließen läßt. Die von STRAUS[3]) an den Chromoplasten von Daucus carota beobachteten „Strukturen" beruhen zum großen Teil auf Beugungserscheinungen, sind also rein optisch bedingt.

Die elektronenmikroskopische Analyse von unter 400 Å dicken Schnitten durch osmiumfixiertes Gewebe zeigte, daß die Chromoplasten eine deutliche „Membran" besitzen, die bei Rosa 200 bis 250, bei Solanum 350 bis 400 Å dick ist und bei letzterer als Doppellamelle (m) erscheint. Wie aus der Figur (Längsschnitt durch einen spindelförmigen Chromoplasten von

Solanum capsicastrum) hervorgeht, ist der von der „Membran" begrenzte Plastidenkörper aus fibrillären Elementen aufgebaut, die in ein feinkörniges Stroma eingebettet sind. Daß es sich bei den beobachteten Strukturen tatsächlich um Fibrillen handelt, wird durch Querschnittsbilder von Einzelfibrillen und Fibrillenbündeln, durch die Torsion von Einzelfibrillen und die Überkreuzung von Fibrillen (× in der Figur) bewiesen.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen spindelförmigen Chromoplasten von Solanum capsicastrum.

Die Fibrillen sind meist parallel zur Längsachse des Plastiden geordnet, bei Rosa ist dieses Ordnungsprinzip deutlicher als bei Solanum. Die Polyeder- und Sternformen sind durch den Fibrillenverlauf bedingt, wobei regelmäßig Überkreuzungen der Fibrillen vorkommen.

Beim Ausmessen der Fibrillendicken ergeben sich bei Rosa canina zwei Kategorien (100 bis 150 und 200 bis 250 Å) und bei Solanum capsicastrum drei (100 bis 150, 200 bis 250 und 300 bis 350 Å). Die dünnen Fibrillen kommen bei Solanum capsicastrum selten vor, die beiden anderen Größenklassen bilden die Regel, wobei die mittlere Kategorie am häufigsten auftritt. Vielfach treten Torsionen an Fibrillen auf.

Bei Rosa canina kommt es zu Aggregatbildungen, wobei zwei meist dickere Fibrillen einen Doppelstrang bilden. Durch Aggregatbildungen noch höheren Grades müssen die Fibrillenpakete lichtoptisch sichtbar werden. Bei Rosa canina liegen zwischen den Fibrillen osmiophile Granula von 0,03 bis 0,1 μ Durchmesser, die zu 5 bis 10 in auffälligen Längsreihen angeordnet sind. Die Granula bei Solanum capsicastrum (g) sind 0,05 bis 0,2 μ groß, sie liegen manchmal in kurzen Reihen, meist aber regellos.

Über die Beziehung der hier beschriebenen Fibrillen zur Lamellenstruktur der Chloroplasten und zu dem von Wolken und Schwertz[4]) angegebenen Feinbauschema wird an anderer Stelle berichtet.

Botanisches Institut der Universität, Marburg.

Kurt Steffen und Friedrich Walter.

Eingegangen am 16. April 1955.

[1]) Schimper, A. F. W.: Bot. Ztg. **41**, 105 (1883).
[2]) Zurzycki, I.: Acta Soc. Bot. Poloniae **23**, 161 (1954).
[3]) Straus, W.: Helv. chim. Acta **25**, 705 (1942). — Science [Lancaster, Pa.] **112**, 745 (1950). — Bot. Rev. **19**, 147 (1953).
[4]) Wolken, J. J., u. F. A. Schwertz: J. Gen. Physiol. **37**, 111 (1953).

Zur Evolution prämitotischer Vererbungsmechanismen.

Über die Evolution der Vererbungsmechanismen bis zur Entstehung der Mitose, die eine einigermaßen zuverlässige systematische Verteilung der karyotischen Gene gewährleistet, ist nichts Tatsächliches bekannt. Eine Theorie der Evolution der „prämitotischen" (Huxley) Erbmechanismen muß ausgehen von einem einfachen, biologisch plausiblen und ausbaufähigen Modell, das allein mit Hilfe des Selektionsprinzips zu den Merkmalen der mitotischen Vermehrung führt.

Jede Zelle eines „prämitotischen Einzellers" enthalte als materielle Äquivalente der Erbfaktoren s *verschiedene* partikuläre „Protogene" oder „Protochromosomen" (Pakete absolut gekoppelter, verschiedener Protogene), beide Duplikanten genannt; die i-te Duplikanten„sorte" sei in einer Zelle der r-ten Generation anfangs $k_{r,i}$-mal vertreten ($i = 1, \ldots, s$) und könne sich nur *ein*mal während der r-ten Generation (in zwei „Duplikate") verdoppeln. Jedoch sollen von der i-ten Duplikantensorte nur maximal $2m_i \geq 2k_{r,i}$ Duplikate möglich sein ($2m_i$ „Existenzplätze" je Zelle und Duplikantensorte). Die Duplikate seien vor der Teilung in der Zelle statistisch gleichverteilt und die Wahrscheinlichkeit, daß eines in die eine Tochterzelle gelangt, $p = \frac{1}{2}$.

Unter diesen Voraussetzungen ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine Tochterzelle (Generation $r+1$) von den Duplikaten der $k_{r,i}$ Duplikanten i-ter Sorte der Elterzelle (Generation r) genau $k_{r+1,i} = 0, 1, \ldots$ erhält,

$$\beta(k_{r+1,i} \mid k_{r,i}) = \left\{ \begin{array}{ll} 2^{-2k_{r,i}} \binom{2k_{r,i}}{k_{r+1,i}} & \text{für} \quad 0 \leq k_{r,i} \leq m_i \\ 2^{-2m_i} \binom{2m_i}{k_{r+1,i}} & \text{für} \quad m_i \leq k_{r,i} \leq 2m_i \end{array} \right\}. \quad (1)$$

Die Wahrscheinlichkeit $g_{r+1}(k_{r+1,i})$, in einer großen Population Tochterzellen mit $k_{r+1,i}$ Duplikanten i-ter Sorte anzutreffen, ergibt sich dann unter Berücksichtigung der Häufigkeitsverteilung $g_r(k_{r,i})$ der Elterzellen mit $k_{r,i}$ Duplikanten aus dem Gleichungssystem

$$\{g_{r+1}(k_{r+1,i})\} = \|\beta(k_{r+1,i} \mid k_{r,i})\| \cdot \{g_r(k_{r,i})\}. \quad (2)$$

Dann ist die relative Häufigkeit von Tochterzellen mit $k_{r+1,1}, \ldots, k_{r+1,i}, \ldots, k_{r+1,s}$ Duplikanten der 1-ten, ..., i-ten, ..., s-ten Sorte (Generation $r+1$) bei Fehlen zusätzlicher Bedingungen erwartungsmäßig

$$G_{r+1}(k_{r+1,1}, \ldots, k_{r+1,s}) = \prod_{i=1}^{s} g_{r+1}(k_{r+1,i}), \quad (3)$$

woraus für lange Generationenfolge ($r \to \infty$) und konstanten Populationsumfang folgt

$$G_{r\to\infty}(k_{r,1}, \ldots, k_{r,s}) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{für} \quad k_{r,1} = \cdots = k_{r,s} \equiv 0 \\ 0 & \text{für} \quad k_{r,i} > 0 \end{array} \right\}. \quad (4)$$

Sollen jedoch Zellen, denen mindestens 1 Duplikantensorte fehlt ($k_{r,i} = 0$), nicht mehr lebensfähig sein und binnen der r-ten Generation absterben, so gehen die Häufigkeitsverteilungen g_r und G_r in g_r^* und G_r^* über dadurch, daß man in (2) die β ersetzt durch

$$\beta'(k_{r+1,i} \mid k_{r,i}) = \left\{ \begin{array}{ll} 0 \quad \text{für} \quad k_{r,i} = 0 & \\ \dfrac{\beta(k_{r+1,i} \mid k_{r,i})}{1 - g_r^*(k_{r,i} = 0)} & \text{für} \quad k_{r,i} > 0 \end{array} \right\}. \quad (5)$$

Nach vielen Generationen geht dann in jeder Generation erwartungsmäßig der Bruchteil

$$L = 1 - \prod_{i=1}^{s} b_i' \quad (6)$$

der Population zugrunde, wo b_i' der Nenner von β' für $k_{r,i} > 0$ und $r \to \infty$ ist. —

Insgesamt ergeben sich die Folgerungen: 1. Ein für die Lebens- und Vermehrungsfähigkeit eines prämitotischen Einzellers nicht notwendiger (nicht essentieller) und nicht mit essentiellen Faktoren absolut gekoppelter Erbfaktor geht im Laufe der Generationen verloren; erhalten bleiben also nur essentielle oder mit solchen absolut gekoppelte Faktoren. 2. Bildung von Protochromosomen (s. oben) und „Polyploidisierung", das ist Erhöhung der $2m_i$ auf $2(m_i + a_i)$ „Existenzplätze", stellen Vorteile im Sinne der Selektion dar, weil $L(m+a) < L(m)$ ist. 3. Für Erreichung eines bestimmten Selektionsvorteils können sich — innerhalb eines gewissen Bereiches — Protochromosomenbildung und Polyploidisierung gegenseitig ersetzen. 4. Zu jedem „mittleren" Polyploidiegrad $2\overline{m}$ ist nur eine *Höchstzahl* genetischer Einheiten (Fak-

toren und/oder Koppelungsgruppen) zulässig, gegeben durch die Existenzbedingung $L < \frac{1}{2}$. Insbesondere sind für „prämitotische Haplonten" (alle $m_i = 1$) nur *eine oder zwei Koppelungsgruppen* zulässig.

Zoologisches Institut der Universität, Heidelberg.

REIMUT WETTE.

Eingegangen am 22. April 1955.

Zur Kultur der Cyanophyceen.

Die Notwendigkeit, für verschiedene physiologische und zytologische Untersuchungen jederzeit gut bewegliches und reaktionsfähiges Material zur Verfügung zu haben, veranlaßte die Suche nach geeigneten Kulturbedingungen. Mit folgenden Arten wurde gearbeitet: *Oscillatoria limosa, Phormidium uncinatum, Anabaena variabilis* und *Cylindrospermum licheniforme*[2]). Versuche bestätigen die Beobachtungen[1]), daß die kriechenden fädigen Cyanophyceen in Flüssigkeitskulturen nicht oder nur schlecht gedeihen. Von den kultivierten Arten vermehrte sich nur *A. variabilis* in Flüssigkeitskultur, besonders bei künstlicher Belüftung. Daher werden in der älteren und neueren Literatur Kulturmethoden beschrieben, die eine gute Ausbreitung der Blaualgen und eine damit verbundene optimale Versorgung mit Nährstoffen, besonders CO_2 ermöglichen. So werden Tonscherben, Gipspyramiden, Glaswolle u. a. in Flüssigkeitskulturen eingebracht oder die Cyanophyceen auf Kieselgel- bzw. Agarplatten kultiviert[3]). Alle diese Verfahren befriedigten jedoch nicht restlos. Sei es, daß die Herstellung und Verwendung der Platten umständlich und zeitraubend (Kieselgel) oder die Vermehrungsrate bzw. Bewegungsfähigkeit nicht immer zufriedenstellend war [auf Agar[2])] oder die Entnahme von Trichomen aus der Flüssigkeitskultur mit Glaswolle auf Schwierigkeiten stieß. Im Vergleich mit diesen Methoden erwies sich dagegen für unsere Zwecke folgende Anordnung als überlegen: *Glasfilterplatten* (G4 Schott u. Gen., Dicke 5 mm) wurden nach gründlicher Wässerung in die für die jeweilige Größe passenden PETRI-Schalen gelegt und mit diesen im Autoklaven sterilisiert. Dann wurden die Schalen bis zur Höhe der Filterplatten mit Nährbodenflüssigkeit beschickt und die Platten mit einigen Flocken Algenmaterial beimpft. Die Algen, besonders die Oscillatorien, breiteten sich rasch über die Platte aus und vermehrten sich gut. Sie ließen sich auch in kleinsten Flocken leicht von der Platte abheben, ohne daß Nährbodenverunreinigungen mitgeschleppt wurden. Alterte die Kultur, so wurden die Algen als Decke abgehoben und die Nährlösung frisch aufgefüllt. Arbeitet man nicht mit bakterienfreien Kulturen, so kann man die Algen leicht von der Platte unter der Wasserleitung abspülen und nach eventuellem Wässern wieder in eine mit frischer Nährlösung gefüllte Schale einbringen.

Es resultiert eine im Vergleich mit anderen Anordnungen gute Vermehrung der Arten, auch im Winter bei künstlicher Beleuchtung. Die Fäden lassen sich leicht in jeder gewünschten Menge vom Substrat trennen, was sowohl für biochemische und chemisch-analytische Untersuchungen wie auch für physiologische Versuche vorteilhaft ist. Vom Agar konnte man nur schwierig und zumeist mit Agar behaftete und in Strängen zusammenhängende Trichome ablösen. Das Ansetzen der Kultur ist denkbar einfach und zeitsparend. Folgendes Nährsalzgemisch fand hauptsächlich Verwendung: KNO_3 0,08%, $Ca(NO_3)_2$ 0,02%, $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$ 0,02%, K_2HPO_4 0,02% (in Anlehnung an MAERTENS und PRINGSHEIM).

Institut für Mikrobiologie und Experimentelle Therapie, Jena (Direktor: Prof. Dr. med. HANS KNÖLL).

GERHART DREWS.

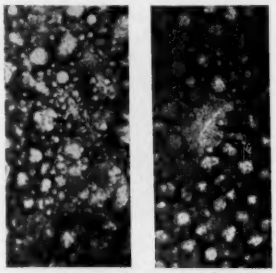
Eingegangen am 11. Mai 1955.

[1]) ALLEN, M. B.: Arch. Mikrobiol. **17**, 34 (1952).
[2]) DREWS, G.: Arch. Protistenkunde **101** (1955).
[3]) MAERTENS, H.: Cohns Beitr. Biol. Pfl. **12** (1914). — PRINGSHEIM, E. G.: Cohns Beitr. Biol. Pfl. **11** (1913); **12**, (1914).

Vorgänge am Fettkörper bei langfristig anaerob lebenden *Chironomus*-Larven.

In zwei Mitteilungen[1]) habe ich in diesem Jahr meine Beobachtungen über das Verhalten des Fettkörpers und seiner Einschlüsse in Anaerobiose bei zwei Chironomidenlarven, *Prodiamesa olivacea* und *Chironomus thummi* mitgeteilt. *Prodiamesa*, deren Larve nur gelegentlich kurze Anaerobiose zu ertragen vermag, zeigt bei O_2-Entzug eine zuerst bescheidene, dann erhebliche Vergrößerung der Einschlußkügelchen des Fettkörpers unter Verringerung ihrer Zahl, die schließlich zu Auflösung führt. Eine Restitution der Kügelchen hat, wenn überhaupt, nur sehr langsam statt. Bei der Larve von *Chironomus thummi*, einer euroxybionten Flachwasserform, ergibt Anaerobiose nach kurzer anfänglicher Vergrößerung ein weitgehendes Schwinden der Einschlußkügelchen, das nach gerade noch erträglich langer Anaerobiose (48 Std) zu fast völligem Schwund führt. Eine wesentliche Restitution der Einschlußkügelchen erfolgt erst bei aerober Erholung der Larven unter verstärkter O_2-Aufnahme.

Nunmehr möchte ich die Ergebnisse von Beobachtungen am Fettkörper der Larve von *Chir. anthracinus*, die zumeist keine Erholungsatmung zeigt, sondern offenbar schon bei Anaerobiose oxybiotische Prozesse im Körperinnern (Endoxybiose) hat, mitteilen. Es wurden Larven von *Chir. anthracinus* untersucht, die im Frühjahr bald nach der Eisschmelze aus der Tiefe des Großen Plöner Sees eingebracht worden waren. Der O_2-Gehalt des Sees war zu dieser Zeit zwar ziemlich hoch, doch dürfte in seinem Tiefenschlamm ähnlich wie im Herbst erheblicher O_2-Mangel geherrscht haben. Frisch dem See entnommene Larven zeigten einen mit kleineren, höchstens mittelgroßen Einschlußkügelchen erfüllten Fettkörper. Nach Behandlung mit N_2 von 48 Std hatte die Größe der Einschlußkügelchen unter Verringerung ihrer Zahl (wohl Verschmelzungen) erheblich zugenommen, während kleine, meist mittelgroße Kügelchen nur in verhältnismäßig bescheidener Zahl zu sehen waren. Nach N_2-Behandlung von 72 Std waren die Einschlußkügelchen durchweg recht groß, kleinere waren kaum zu sehen. Nach 5 Tagen Behandlung mit N_2 zeigte sich ein eigenartiges Bild, das Fig. 1a wiedergibt: Neben und zwischen stark vergrößerten, deformierten, offenbar kurz vor der Auflösung stehenden Kugeln sieht man reiche Nester mittelgroßer und kleinerer Kügelchen, die offenbar in Vergrößerung begriffen sind. Bei Durchmusterung der Präparate sieht man nicht selten Stellen, an denen große Kügelchen weitgehend geschwunden sind, kleinere aber in größeren Feldern dicht beisammen liegen. Es hat also bei *Chir. anthracinus*, bei dem Anschwellen und Auflösung der Fettkörpereinschlüsse langsamer und geordneter erfolgt als bei *Chir. thummi*, auch unter anaeroben Bedingungen eine „Restitution" der Fettkörpereinschlüsse statt, die bei *Chir. thummi* atmosphärischen Sauerstoffs bedarf. Weitere Verfolgung des Restitutionsvorgangs gelang mir jedoch nicht, da es nicht gelang, hungernde Larven länger als 5 (ausnahmsweise 6) Tage am Leben zu erhalten, wobei sie bereits recht matt wurden. Larven mit geeigneter Ernährung sollen indessen sehr lange Anaerobiose ungeschädigt überstehen. Es ist demnach sicher, daß Ernährung für die Restitution am Fettkörper wichtig ist. — Bei *Camptochironomus tentans*, dessen große Larve zwischen Erholungsatmung und Endoxybiose wechselnde Verhältnisse zeigt, fand ich nach 4 Tagen Behandlung mit N_2 neben sehr großen, offenbar kurz vor der Auflösung stehenden Fettkörpereinschlüssen auch zahlreiche mittelgroße und kleinere Kügelchen, die nach 2 Tagen Aufenthalts unter N_2 ziemlich ebenso zahlreich waren wie größere Einschlüsse (Fig. 1b). Bei dieser Form scheint also ein nicht sehr auffallender, stetiger Restitutionsprozeß vorzuliegen. — Ich hoffe, daß der Verfolg der soeben gegebenen Daten einen wichtigen Hinweis für die Erklärung langen Lebens ohne Sauerstoff bei *Chironomus*-Larven ergeben wird. Für eine solche sind, abgesehen von atmungsphysiologischen Fragen, mit ihnen eng verknüpfte Stoffwechselvorgänge von größter Bedeutung. — Ich hoffe, nach gründlicher Durcharbeitung und weiterem Ausbau meine Studien am Fettkörper bei Anaerobiose in einer Arbeit vorlegen zu können.



a b

Fig. 1a u. b. Fettkörper von a *Chironomus anthracinus* nach 5 Tagen; b von *Camptochironomus tentans* nach 4 Tagen N_2. Stark vergrößert. TH. GROSPIETSCH phot.

Plön, Hydrobiologische Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft z.F.d.W.

OTTO HARNISCH.

Eingegangen am 13. Mai 1955.

[1]) HARNISCH, O.: Naturwiss. **42**, 77, 375 (1955).

Die Entwicklung von Halbkeimen bei Bithynia tentaculata L.

Halbkeime von Gastropoden wurden bisher lediglich von CRAMPTON[1]) bei Ilyanassa und von WILSON[2]) bei Patella untersucht. In keinem Fall ist es bisher gelungen, Halbkeime von Schnecken wesentlich länger als bis zur Beendigung der Gastrulation am Leben zu erhalten. Die Keime von Bithynia tentaculata dagegen konnten während der beiden ersten Furchungsteilungen in ihrer Eikapsel getrennt und in vivo bis zu 7 Wochen kultiviert werden.

Die Furchung der isolierten Blastomeren des Süßwasser-Prosobranchiers verläuft streng partial. Die Halbkeime schließen sich zur Coeloblastula. Während das Entoderm bei der Gastrulation in die Blastulahöhle absinkt, ist das epibolische Wachstum des Ektoderms auf der Schnittseite blockiert. Das Ektoderm weicht in einer sich rasch vergrößernden Blase aus. Dadurch wird das invaginierte Entoderm wieder gestreckt, und es entsteht eine typische Exogastrula. Im Alter von 6 Tagen beginnt die Leberlappenbildung. Der größte Teil des Entoderms wächst ins Innere der Blase und gerät dadurch

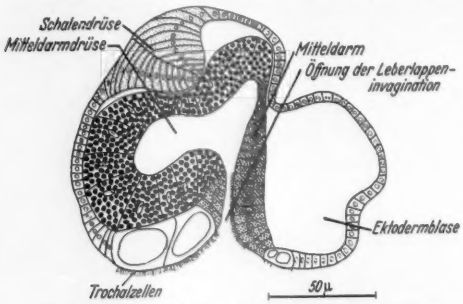


Fig. 1. 6 Tage alter Halbkeim; Induktion der Schalendrüse im dorsalen Ectoderm durch das Leberlappengewebe, histologische Differenzierung des Entoderms in Leber und Mitteldarm. Schematische Zeichnung nach fünf aufeinanderfolgenden Schnitten.

doch noch unter das Ektoderm. Um die sich bald schließende Öffnung des Leberlappens befindet sich häufig Mitteldarmgewebe.

Alle Halbkeime bilden eine Schalendrüse an der Berührungsstelle des Leberlappens mit dem dorsalen Ektoderm. Damit wird für Bithynia tentaculata die von RAVEN[3]) für Limnea aufgestellte Theorie bestätigt, daß die Schalendrüse vom Entoderm induziert wird. Ein Stomodaeum besitzen nur vordere und laterale, nicht dagegen hintere Keimhälften. Die Stonodaeum-Anlage kann sich ohne Kontakt mit dem Entoderm bilden. Eine Radulatasche wurde nicht gefunden, dagegen treten Ösophaguszellen bei älteren Halbkeimen auf. Die Befunde machen wahrscheinlich, daß das Stomodaeum durch Selbstdifferenzierung eines bereits während der ersten Furchungsteilung determinierten Ektodermbezirkes entsteht. Für die Ausbildung des Stomodaeums genügt bei lateralen Keimen bereits die halbe Anlage. An älteren Halbkeimen wurden verschiedentlich Augen und Statocysten beobachtet. Interessanterweise verläuft im Gegensatz zu den von RAVEN[3]) beschriebenen Limnea-Exogastrulae die Entwicklung von Ganzkeim-Exogastrulae bei Bithynia fast genau wie bei den Halbkeimen.

Eine ausführliche Mitteilung der Ergebnisse wird zur Zeit vorbereitet. Herrn Professor Dr. W. E. ANKEL danke ich für die Stellung des Themas und Herrn Professor Dr. W. LUTHER für wertvolle Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen.

Zoologisches Institut der Technischen Hochschule, Darmstadt.

OSWALD HESS.

Eingegangen am 27. April 1955.

[1]) CRAMPTON, H. E.: Arch. Entw.mech. **3**, 1 (1896).
[2]) WILSON, E. B.: J. Exp. Zoology **1**, 1, 197 (1904).
[3]) RAVEN, CHR. P.: J. Exp. Zoology **121**, 1 (1952).

Über die Bestimmung der Retention radioaktiver Aerosole im menschlichen Atemtrakt.

In den Jahren 1941 bis 1944 haben RAJEWSKY und Mitarbeiter[1]),[2]) an Mäusen die verschiedenartigen Wirkungen bei Daueraufenthalt der Tiere in radonhaltiger Atmosphäre untersucht. Im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen hat RAJEWSKY[2]) die Gesamtstrahlenbelastung des Mäuseorganismus bei dauernder Einatmung der (bedingt durch die Versuchsanordnung) praktisch folgeproduktfreien Radonatmosphäre berechnet. Die dabei vorliegenden Verhältnisse sind weitgehend analog denjenigen, die sich bei der üblichen Inhalationstherapie einstellen. In Fällen geringeren Luftaustausches (unzureichend belüftete Radium-Laboratorien, schlecht bewetterte Uranbergwerke), in denen die Folgeprodukte des Radons Gelegenheit haben, sich anzureichern, tritt ein zusätzlicher Betrag an Strahlenbelastung des Organismus, insbesondere der Lunge hinzu, der durch die mit jedem Atemzug ein- und nur zum Teil wieder ausgeatmeten Folgeprodukte des Radons geliefert wird[3]). Maßgebend für die Höhe der zusätzlichen Strahlenbelastung ist neben dem Anreicherungsgrad dieser Schwermetall-Isotope in der Atmosphäre offenbar das Retentionsvermögen des Atemtraktes für die zum Teil in atomarer Form vorliegenden, zum Teil an Aerosole angelagerten radioaktiven Substanzen.

Zur Ermittlung der Stärke der Retention unter verschiedenartigen äußeren Bedingungen haben wir mit Hilfe spezieller Filterapparaturen Selbstversuche durchgeführt. Durch Hintereinanderschalten mehrerer Filter und Bestimmung ihrer Alphastrahlungsaktivität unter gleichzeitiger Analyse des eingeatmeten Aerosols (Bestimmung der Konzentration und der Größenverteilung durch Abscheidung im Konimeter und Beobachtung im Elektronenmikroskop) war es möglich, den Filterungsvorgang so eingehend zu erfassen, daß durch Differenzmessungen der Folgeproduktaktivität von Ein- und Ausatmungsluft eine Aussage über den Retentionsfaktor (R) gemacht werden konnte. Der Retentionsfaktor ist definiert durch das Verhältnis

$$R = \frac{\text{Eingeatmete Aktivität} - \text{Ausgeatmete Aktivität}}{\text{Eingeatmete Aktivität}}.$$

Die Messungen wurden a) im Laboratorium an einem 1 m³ fassenden Spirometer, b) in einem radonhaltigen Quellstollen in Badgastein ($T = 30$ bis 40° C, 100% rel. Feuchte) und c) in der Radiumhöhle in Bad Kreuznach (300 m langer alter Bergwerkstollen, $T = 11°$ C, 100% rel. Feuchte) durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

Meßort	Lufttemperatur (°C) der Einatmungsluft	Lufttemperatur (°C) im Filterhalter	Aerosolkonzentration (Teilchen je cm³) *)	Radonkonzentration (nC je Liter)	Retention R in %
Badgastein: Franz-Joseph-Quellstollen	39 31	39 31	15 20	4,2 3,4	33 40 30
Bad Kreuznach: Radiumhöhle	11	11	30—80	4,0	14 32 27 36 40 51
Labor: 1 m³-Spirometer	22 22 22 22	14 22 34 40	10—15	4,9	25 18 19 24

Mittelwert: $R = 30\,\%$

*) Im Größenbereich von Teilchenradien größer als 0,1 μ (Konimeter).

Es zeigte sich, daß infolge von Kondensationsprozessen in der Ausatmungsluft auf dem Wegstück zwischen Mundhöhle und Filter das Aerosol und damit seine Abscheidefähigkeit stark verändert wird. Durch Anwendung von Mehrfachfiltern gelang es, die Veränderung des Aerosolspektrums in Richtung größerer Teilchenradien zu erfassen. Sie ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen Ausatmungsluft und Filteraggregat.

Eine ausführliche Darstellung der gesamten Meßergebnisse wird später erfolgen.

Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt a. M. (*Direktor: Prof. Dr. Dr. Dr.* B. RAJEWSKY).

K. AURAND, W. JAKOBI und A. SCHRAUB.

Eingegangen am 9. Mai 1955.

[1]) RAJEWSKY, B., A. SCHRAUB u. E. SCHRAUB: Naturwiss. **30**, 489, 733 (1942). — RAJEWSKY, B., A. SCHRAUB u. G. KAHLAU: Naturwiss. **31**, 170 (1943). — Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939—1946, Bd. 21, RAJEWSKY, B., u. A. SCHRAUB, S. 123; KAHLAU, G., u. A. SCHRAUB, S. 132; SCHRAUB, A., S. 145.

[2]) RAJEWSKY, B.: Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939—1946, Bd. 21, S. 220.

[3]) SHAPIRO, J., u. W. F. BALE: US-Report UR-242. — COHN, SKOW u. GONG: US-Report USNRDL-380. — AURAND, K., u. A. SCHRAUB: Sonderband z. Strahlentherap. **33**, 60 (1955).

Leukämien bei der Maus nach Injektion von homologen Geschwulstfiltraten *).

Wie wir bereits mitteilten[1]), konnten wir nach der Injektion von zellfreien Filtraten verschiedener Mäusetumoren (Sa 37, DMBA-Sarkom, LANDSCHÜTZsches Mäusesarkom I und II) an neugeborenen Mäusen nach einer Latenzzeit von 4 Monaten bis zu $1^1/_2$ Jahren ein stark gehäuftes Vorkommen von generalisierten Leukämien beobachten. Der Prozentsatz war bei den einzelnen Tumoren etwas unterschiedlich. Er war vor allem nach der Injektion von Filtraten der uns von Dr. LANDSCHÜTZ überlassenen Sarkome I und II, die sich von zwei verschiedenen Tumorknoten der gleichen Maus herleiten, besonders hoch (bis 65% Leukämien). Entsprechende Resultate wurden in unserem Institut auch von F. SCHMIDT, speziell mit dem soliden EHRLICH-Carcinom der Maus erzielt[2]). Nachfolgend soll kurz über positive Resultate mit dem Ascites-Carcinom der Maus berichtet werden.

Das in physiologischer Salzlösung im Verhältnis 1:4 bereitete, hochtourige Homogenat der sedimentierten Tumorzellen wurde nach kurzer Zentrifugation ein- oder teilweise zweimal durch SCHOTTsche G4-Filter geschickt, die bei laufender bakteriologischer Prüfung für Hefezellen undurchlässig sind. Die Aufarbeitung erfolgte unter anaeroben Bedingungen in der Kälte in kürzester Zeit. Neugeborene Mäuse unseres AGNES-BLUHM-Inzuchtstammes (spontane Leukämiequote kleiner als 2%) erhielten einmalig 0,1 bis 0,2 cm³ des Filtrates subkutan, was einer Menge von 1 bis 2 mg Eiweiß entspricht.

Resultate. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle 1 angeführt. Es wurden nur eindeutige Leukämien bei der Auswertung berücksichtigt. Bei der prozentuellen Berechnung wurde die Anzahl der nach 6 Monaten überlebenden Tiere als Bezugswert zugrunde gelegt. Dieser Zeitpunkt liegt etwas unter der mittleren Latenzzeit der in diesen Versuchen beobachteten Leukämien, die im Durchschnitt 198 Tage betrug. Die ersten Leukämien traten bereits nach 3 Monaten auf, während vereinzelte Fälle erst nach 8 bis 9 Monaten festgestellt wurden. Im Gesamtdurchschnitt wurden 32% Leukämien bei den überlebenden Tieren beobachtet. Die Tatsache, daß die Ansätze mit doppelt filtrierten Homogenaten sogar eine höhere Leukämiequote als die einmal filtrierten zeigten, schließt mit Sicherheit die Beteiligung ganzer Zellen beim Zustandekommen unseres Resultates aus. Die mehr als doppelt so große Leukämiehäufigkeit bei den mit größeren Filtratmengen behandelten Tieren weist auf eine gewisse Dosisabhängigkeit des Effektes hin. Die mit dem Ascites-carcinom-Filtrat erzielten Leukämien zeigten makroskopisch und mikroskopisch die völlig gleichen Merkmale wie unsere früher bereits ausführlich beschriebenen Befunde mit Mäusesarkom-Filtraten, speziell mit den Tumoren Sa I und Sa II. Bei 70% der beobachteten Leukämien handelt es sich um Chloroleukämien.

Tabelle 1. *Zahl der Leukämien.*

	Gesamt	Filtriert		Impfdosis	
		1mal	2mal	0,1 cm³	0,2 cm³
Zahl der überlebenden Tiere nach 6 Monaten . . .	68	49	19	46	22
Zahl der Leukämien . . .	22	13	9	10	12
%-Satz der Leukämien . .	32	27	47	22	55

Grüne Leukämien: 15 von 22 = 70%.

Es ist bemerkenswert, daß Carcinom- und Sarkomfiltrate zu dem völlig gleichen Erscheinungsbild führten.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (*Direktor: Prof. Dr.* W. FRIEDRICH), *Abteilung für Biologische Krebsforschung* (*Leiter: Prof. Dr.* A. GRAFFI).

H. BIELKA, A. GRAFFI und F. FEY.

Eingegangen am 23. Mai 1955.

*) 3. Mitteilung.

[1]) GRAFFI, A., u. FERD. SCHMIDT: Dtsch. Gesundheitswesen **9**, 1309 (1954). — GRAFFI, A., H. BIELKA, F. FEY, F. SCHARSACH u. R. WEISS: Naturwiss. **41**, 503 (1954). — Wien. med. Wschr. **1955**, 61. — FEY, F., H. BIELKA u. A. GRAFFI: Naturwiss. **42**, 160 (1955). — GRAFFI, A.: Vortr. auf der Fachkonfer. der Kl. für Med. der Dtsch. Akad. der Wiss. Berlin, 31. März 1955.

[2]) SCHMIDT, FERD.: Naturwiss. **41**, 504 (1954). — Dtsch Gesundheitswesen **9**, 1319 (1954). — Vortr. auf der Fachkonfer der Kl. für Med. der Dtsch. Akad. der Wiss. Berlin, 31. März 1955

Besprechungen.

Simpson, J. C. E.: Condensed Pyridazine and Pyrazine Rings (Cinnolines, Phtalazines, and Quinoxalines). The Chemistry of Heterocyclic Compounds. A Series of Monographs. Herausgeber Arnold Weissberger. New York u. London: Interscience Publichers, Inc. 1953, XVI u. 394 S. $ 12.50.

In der Besprechung des ersten Bandes der Serie [Naturwiss. **38**, 124 (1952)] wird von H. BROCKMANN bereits eindringlich auf die große Wichtigkeit aktueller Zusammenfassungen der Ergebnisse einzelner Gebiete der organischen Chemie hingewiesen. Die Bedeutung der heterozyklischen Verbindungen und das dringende Bedürfnis nach Erfassung unseres Wissensstandes wird noch unterstrichen durch die Tatsache, daß gleichzeitig mit einem Werk „Elderfield: Heterocyclic Compounds" dieses Gebiet eine zweite umfassende Bearbeitung erfährt. Der vorliegende, als fünfter herausgebrachte Band umfaßt nur drei kondensierte Ringsysteme als kleinen Teilausschnitt.

Eine unschätzbare Hilfe für ein derartig großes Unternehmen leistet allein schon die glückliche Abfassung der Register der „Chemical Abstracts", die unter dem Namen des Ringsystems als Stichwort sämtliche einschlägige Verbindungen ohne besonderen Arbeitsaufwand zu erfassen gestattet. Dieses Stichwortregister in Verbindung mit dem glücklichen Umstand, daß die Generalregister und Jahresregister bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt vollständig vorliegen, gibt dem amerikanischen und englischen Schrifttum einen gewaltigen Vorsprung bei der Abfassung derartiger Monographien, ganz abgesehen von der großen Förderung, die die Forschungsarbeit dadurch erfährt.

Die Studien des inzwischen verstorbenen Verf. galten dem Cinnolin und verwandten Verbindungen zwecks Prüfung als Antimalariamittel. Cinnolin, das auf 65 Seiten abgehandelt wird und Phtalazin mit 132 Seiten, die Benzoderivate des Pyridazins, erfahren zum erstenmal eine erschöpfende Darstellung. Bei den besser bekannten Chinoxalinen dagegen baut das Werk auf der früheren Zusammenfassung in MEYER-JACOBSEN, Lehrbuch der Organischen Chemie, Bd. II/3, von 1920 auf und berücksichtigt die Literatur von 1917 bis 1948 vollständig, zum Teil auch von 1949. Diese Art der Ergänzung eines hervorragenden älteren Werkes, wodurch Wiederholungen vermieden werden, ist sehr bemerkenswert.

Die Unterteilung nach Derivaten erfolgt in sehr übersichtlicher Weise auf Grund der Ringsynthesen und Umsetzungen, wobei in jedem Kapitel die Darstellung, Eigenschaften, Reaktionen, vielfach auch theoretische Erörterungen über Struktur und Bildungsmechanismen in allgemeiner Betrachtung abgehandelt sind, während alle dargestellten Verbindungen in zahlreichen Tabellen erfaßt werden. Die jedem Kapitel folgenden Literaturbelege und die zahlreichen Verweise in Text und Tabellen erlauben die Auffindung aller wesentlichen Tatsachen in der Originalliteratur. Der umfangreiche Stoff ist in knapper Form kritisch verarbeitet, wobei die Verwendung zahlreicher Formeln die Orientierung sehr erleichtert. Hervorzuheben sind klarer Druck und gediegene Aufmachung.

ALFRED TREIBS (München).

Hofmann, Kl.: Imidazole and its Derivatives. Part 1, New York u. London: Interscience Publishers 1953. 447 S. $ 13.50, Subscr. Price $ 12.25.

In der Reihe von Monographien: „The chemistry of heterocyclic compounds", die von ARNOLD WEISSBERGER herausgegeben wird, ist jetzt der sechste Band: „Imidazole and its derivatives" (Part I) erschienen. Dieses ausgezeichnete Werk, das von KLAUS HOFMANN, Professor für Biochemie an der Universität Pittsburgh, verfaßt wurde, behandelt die Chemie der Imidazole, Imidazoline, Imidazolidine und Benzimidazole. Die verhältnismäßig enge Abgrenzung des Themas ermöglichte es dem Verf., eine sehr eingehende Darstellung dieser wichtigen Verbindungsklasse zu geben.

Der erste Abschnitt des Buches bringt neben einer ausführlichen kritischen Betrachtung der Synthese-Methoden eine umfassende Beschreibung der chemischen, physikalischen und pharmakologischen Eigenschaften der Imidazole. Durch eine ungewöhnlich große Zahl von Formelbildern ist das Buch sehr übersichtlich gestaltet, so daß auch dem deutschen Leser das Verständnis des in englischer Sprache geschriebenen Werkes nicht schwerfällt. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß jedes Kapitel mit größter Gründlichkeit bearbeitet und auf eine straffe, klar gegliederte Form gebracht worden ist. Mit nur wenigen Ausnahmen ist die Originalliteratur als Quelle benutzt worden. Dem Leser, der sich an Hand dieser Originalliteratur über Details informieren will, dient der zweite Abschnitt des Buches, der eine knappe Übersicht über die zwischen 1919 und 1950 in den chemischen Fachzeitschriften erwähnten Imidazole und Derivate mit den entsprechenden Literaturhinweisen enthält.

Das vorliegende Werk, das auch in seiner äußeren Gestalt vorbildlich ist, wird vielen Chemikern ein willkommener und längst erwarteter Helfer ihrer Arbeit sein und sollte in keiner Bibliothek fehlen.

A. DORNOW (Hannover).

Physiologische Strahlenwirkungen im Bereich der Zelle. (Symposium on Physiological Effects of Radiation at the Cellular Level.) 4. Suppl.-Band des Journal of Cellular and Comparative Physiology. Philadelphia: The Wistar Institute of Anatomy and Biology 1952. 233 S.

Das Buch enthält den Text und die anschließende Diskussion von 9 Vorträgen, die auf einer Forschertagung der Abteilung für Biologie und Medizin der Atomenergiekommission im April 1951 gehalten wurden. In loser Folge wird eine Reihe von Einzelfragen zu dem Thema Strahlenwirkung auf die Zelle behandelt. Dabei wird, ganz bewußt, nicht eine zusammenfassende Darstellung bereits mehr oder weniger abgeschlossener Arbeitsgebiete angestrebt, sondern vielmehr eine Einführung in noch offene, zur Zeit in Bearbeitung befindliche Fragen, wobei auch negative Ergebnisse von Wert sein können. So berichtet L. R. BLINKS über Untersuchungen an Meeresalgen, die 9 bis 12 Monate nach dem Atombombenversuch von Bikini in unmittelbarer Nähe des Explosionsherdes gesammelt wurden. Das Ergebnis war insofern überraschend, als weder eine mengenmäßige Abnahme noch irgendwelche wesentlichen morphologischen oder physiologischen Veränderungen der Algenflora in der stark radioaktiv verseuchten Küstenzone beobachtet werden konnten.

Ebenfalls vorwiegend negativ verliefen Versuche von J. J. BOELL über den Einfluß von Röntgenstrahlen (2040 r) auf den Atmungsstoffwechsel von Heuschreckenembryonen. Im Zustand der Entwicklungsruhe (Diapause) ist der O_2-Verbrauch der bestrahlten Eier völlig normal. Später bleibt dann die Atmung der bestrahlten Embryonen immer mehr hinter der der unbestrahlten Kontrolle zurück. Dies ist jedoch nur sekundär durch die auftretenden Entwicklungsstörungen bedingt, ein direkter Einfluß auf das Atmungsferment konnte nicht nachgewiesen werden.

A. L. DOUNCE und D. E. GREEN berichten über Versuche an Enzymsystemen, wobei vor allem die Brauchbarkeit der verschiedenen Methoden zur Isolierung einzelner Fraktionen oder Zellbestandteile (Kerne, Mitochondrien, Mikrosomen usw.) lebhaft diskutiert wird. Dabei wird eine Fülle von Einzelfragen angeschnitten, die zur Zeit noch mitten im Fluß der Bearbeitung stehen. Überwiegend methodisch ist auch ein kurzer Vortrag von M. MCCUTCHEON über Untersuchungen zur Frage der Strahlenwirkung auf die Permeabilität der Kapillarwände. In der sehr lebhaften Diskussion berichtet J. FURTH über noch unveröffentlichte Versuche an röntgenbestrahlten Hunden, denen radioaktiv gemachtes Eigenblut intravenös reinjiziert wurde. Sowohl die markierten Erythrozyten als auch radioaktives Goldkolloid verschwanden aus dem Kreislauf der bestrahlten Tiere schneller als aus dem unbestrahlter Kontrollen. Der thorakale Lymphgang solcher Tiere war rot gefärbt und voll von Erythrozyten, die Milz und die peripheren Lymphknoten reich an Hämosiderin. Das Blut tritt also durch die durchlässig gewordenen Gefäßwände aus und wird mit der Lymphe gesammelt und abgebaut. Die nach Totalbestrahlung beobachtete Anämie ist nach Ansicht von J. FURTH auf diese innere Verblutung durch Blutaustritt in die Gewebe zurückzuführen. Interessant ist, daß die Durchlässigkeit der Gefäßwand erst nach einer Latenzzeit von etwa 6 Tagen eintritt und am 13. bis 14. Tage ihren Höhepunkt erreicht. Offenbar handelt es sich um einen „sekundären" Effekt, der vielleicht indirekt verursacht wird.

Die Wirkung sehr hoher Röntgendosen (43000 r) auf Erythrozyten in vitro untersuchten C.W. SHEPPARD und M. STEWART. Kaliumverlust und Aufnahme von Na konnten nachgewiesen werden. Wichtig dabei ist, daß wir es hier mit einer Strahlenwirkung zu tun haben, die sicher unabhängig von den sonst immer auftretenden Kernschäden ist. Dem Vortrag der beiden genannten Autoren geht ein Bericht von K. PARPART und J. W. GREEN (Princeton) voraus, der den K-Na-Stoffwechsel von Erythrozyten unter dem Einfluß von verschiedenen Temperaturen, p_H und Chemikalien behandelt. Beide Ref. betonen die Wichtigkeit der Plasmamembran für alle Stoffwechselvorgänge in der Zelle und die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen in dieser Richtung.

Wieder mehr in das Gebiet der Enzymchemie führt ein Referat von D. NACHMANSOHN über Nervenfunktion und Strahlenwirkung. Die Bedeutung der Acetylcholinesterase für den chemischen Prozeß der Reizleitung im Axon und in der Synapse wird ausführlich auf Grund eigener Versuche am Zitteraal und an Torpedo marmoratus behandelt. Anschließend daran wird über Versuche zur Frage der Permeabilitätsänderung des Plasmas von Nervengewebe nach Röntgenbestrahlung berichtet. Die Bestrahlungen wurden an den Riesennervenfasern von Cephalopoden und mit Scheiben von frischem Kaninchengehirn durchgeführt. Ebenso wie bei den Erythrozyten wurde nach Bestrahlung mit hohen Dosen Na-Aufnahme und K-Verlust festgestellt. Zur Vermeidung von Fehlerquellen bei der Permeabilitätsmessung an Nervengewebe werden neue eigene Methoden angegeben.

Der letzte Vortrag der Tagung von L. v. SALLMAN beschreibt die zytologischen Veränderungen der Augenlinse von Kaninchen nach Röntgenbestrahlung mit 2000 r. Die Ergebnisse von POPPE (1942) am gleichen Objekt werden bestätigt und ergänzt. Die Degeneration der Linsenfasern beginnt mit einer Kernschädigung (Karyorhexis) in den Randzellen des Linsenepithels und ist schon etwa 8 Tage nach der Bestrahlung ophthalmoskopisch nachweisbar. Eine Abnahme des Desoxyribonucleinsäurestoffwechsels nach der Bestrahlung war nicht zu beobachten.

Der Wert von Arbeitstagungen von der Art der im vorliegenden Bericht geschilderten liegt vor allem in der Koordinierung und wechselseitigen Ergänzung der Ergebnisse und Untersuchungsprogramme der zahlreichen und zum Teil räumlich recht weit verstreuten Bearbeiter der gleichen Gruppe von Problemen. Für den ausländischen Leser, der dem amerikanischen „Team" von Oak Ridge nicht angehört, ist das Buch deshalb von Wert, weil es zeigt, wie stark sich das Interesse der strahlenbiologischen Forschung in den USA. von den früher im Mittelpunkt stehenden Fragen der Kernschädigung auf die Biochemie des Zellplasmas und der Zellmembran verschoben hat. Das Buch ist geeignet, jedem, der sich mit den Problemen der biologischen Strahlenwirkung beschäftigt, eine Fülle von wertvollen Anregungen zu geben.

W. LUTHER (Darmstadt).

Berichtigung

zu der Kurzen Originalmitteilung „Über die Lokalisierung der sauren Phosphatase im Holz des Spitzahorns" von H. ZIEGLER [Naturwiss. **42**, 260 (1955)]: Im vorletzten Abschnitt muß es heißen: „Diese fermentaktiven Elemente", nicht aber fermentativen.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

Die Polyamide

Von Dr. **H. Hopff,** Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich, Dr. **A. Müller,** Chemiker der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a. Rh., und Dr. **F. Wenger,** Chemiker der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a. Rh. Mit 80 Abbildungen. XII, 423 Seiten Gr.-8°. 1954.
Ganzleinen DM 43.20

Inhaltsübersicht: **Chemie der Polyamide.** Von Prof. Dr. **H. Hopff,** Zürich. Einleitung. — Die Polyamide. Einheitliche Polyamide: Polyamide vom Aminocarbonsäuretypus. Polyamide vom Typus Diamine und Dicarbonsäuren. Polythioamide. Polyurethane. Polyharnstoffe, Polyamidester und Polyguanide. Polysulfonamide. Polyhydrazide und Polyaminotriazole. — Mischpolyamide. — Vernetzte Polyamide. — Ausgangsprodukte für die Polyamide: Aminocarbonsäuretypus. Diacarbonsäure-Diamintypus. Polyurethane. — Chemische und physikalische Charakterisierung der Polyamide. — Patentübersicht. — **Polyamide als Kunststoff-Rohstoffe.** Von Dr. **A. Müller,** Ludwigshafen a. Rh. Einleitung. — Eigenschaften der Polyamide: Allgemeine, mechanische, thermische, elektrische Eigenschaften. Verhalten gegen Wasser, Säuren, Alkalien, Chemikalien, Lösungsmittel. — Hilfsprodukte für die Verarbeitung der Polyamide: Weichmachungsmittel. Füll- und Farbstoffe. Vernetzungsmittel. Sonstige Zusatzstoffe. — Verarbeitungsmethoden: Preßverarbeitung. Walzverarbeitung. Verarbeitung auf der Schnecke. Spritzgußverarbeitung. Verarbeitung aus der Schmelze, aus der Lösung, mit Weichmachungsmitteln. Spanabhebende Verarbeitung. Kleben und Schweißen. Reckverarbeitung. Färben. Aufarbeitung von Abfällen. — Anwendungsgebiete. — Patentübersicht. — **Polyamide als textile Rohstoffe.** Von Dr. **F. Wenger,** Ludwigshafen a. Rh. Einleitung. Rohstoff-Fragen auf dem Textilsektor. — Herstellungstechnik: Fertigung von Vorprodukten. Vorbereitung des Rohmaterials. Verspinnung von Polyamiden. Großtechnische Verfahren. Der Spinnprozeß. Textiler Teil. Polyamidstapelfasern. Borsten, Drähte, Aufarbeitung von Abfällen. — Eigenschaften der Polyamide in Form des textilen Rohstoffes: Vorbemerkung. Physikalische Daten. Beständigkeit gegen Mikroorganismen und Insekten. Chemische Resistenz. — Textile Verarbeitung: Vorbemerkung. Vorbereitung des Textilgutes. Schlichten. Wirkerei. Weberei. — Untersuchungen. — Färben. — Patentübersicht. — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Die Physik der Hochpolymeren

Herausgegeben von Dr. **H. A. Stuart**, o. Professor für chemische Physik an der Universität Mainz. In vier Bänden.

Dritter Band:

Ordnungszustände und Umwandlungserscheinungen in festen hochpolymeren Stoffen

Bearbeitet von W. Brenschede, E. Jenckel, W. Kast, O. Kratky, A. Münster, G. Porod, E. Schauenstein, A. G. Smekal, A. J. Staverman, H. A. Stuart, E. Treiber, F. Würstlin. Mit 368 Textabbildungen. Etwa 736 Seiten Gr.-8°. 1955. Ganzleinen etwa DM 89.—

Inhaltsübersicht: **I. Teil: Ordnungszustände. Vorstufen der kristallinen Ordnung.** Von W. Kast und H. A. Stuart. — **Grundlagen der Theorie der Röntgenstreuung von Kristallgittern und Flüssigkeiten.** Von W. Kast. — **Allgemeine Struktureigenschaften vollkristalliner und amorpher fester Hochpolymerer.** Von A. G. Smekal. — **Gitterstruktur der hochpolymeren Stoffe.** Von O. Kratky, G. Porod und E. Schauenstein. — **Übermolekulare Ordnungszustände in Systemen mit kristallisierenden Fadenmolekülen.** Von W. Kast, O. Kratky, G. Porod und H. A. Stuart. — **Morphologische Strukturen bei natürlichen Fasern.** Von E. Treiber. — **II. Teil: Kristallisations- und Umwandlungserscheinungen. Allgemeine Betrachtungen.** Von A. Münster und A. J. Staverman. — **Charakteristische Erscheinungen beim Kristallisieren und Schmelzen von Hochpolymeren und ihre Deutung.** Von W. Brenschede, E. Jenckel, A. Münster und H. A. Stuart. — **Kristallisation und Molekülstruktur.** Von H. A. Stuart. — **Die glasige Erstarrung der Hochpolymeren.** Von E. Jenckel und A. Münster. — **Einfriererscheinungen und chemische Konstitution.** Von F. Würstlin. — Namenverzeichnis. — Sachverzeichnis.

Der dritte Band der „Physik der Hochpolymeren" ist den Ordnungszuständen und Umwandlungserscheinungen in festen hochpolymeren Körpern gewidmet. Ohne näheren Einblick in die molekularen Ordnungszustände kann man die physikalischen und technologischen Eigenschaften hochpolymerer Körper nicht verstehen. Will man Werkstoffe mit bestimmten Eigenschaften systematisch entwickeln, so ist die Kenntnis der näheren Zusammenhänge zwischen dem makroskopischen Verhalten und den Elementen der molekularen Struktur ebenfalls unerläßlich. So ist dieser Band, der ein in sich abgeschlossenes Ganzes darstellt, gleichzeitig die Grundlage für den vierten Band, in welchem die wichtigsten technologischen Eigenschaften hochpolymerer Körper behandelt und nach Möglichkeit auch molekular gedeutet werden sollen.

Der vorliegende Band ist in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil behandelt die molekularen Ordnungszustände, die bei Hochpolymeren besonders weit variiert werden können. Bei einer kritischen Darstellung der Erscheinungen und Ergebnisse ist es nötig, auch auf die Untersuchungsmethoden, vor allem die Röntgenmethoden, ihre Grundlagen und Grenzen einzugehen. Um zu erkennen, welche Strukturen oder Umwandlungserscheinungen wirklich für Systeme aus Fadenmolekülen charakteristisch sind bzw. welche von ihnen schon bei niedermolekularen Stoffen auftreten, wurden auch die bei kurzen Kettenmolekülen vorhandenen Ordnungszustände und Umwandlungserscheinungen in Beispielen behandelt. Ferner wurde ein besonderes Kapitel über die allgemeinen Struktureigenschaften vollkristalliner und amorpher fester Hochpolymerer eingeschaltet. Ebenso wurde den morphologischen Strukturen bei natürlichen Fasern im Hinblick auf ihre technologische Bedeutung, auch für die Entwicklung von synthetischen Fasern, ein besonderes Kapitel gewidmet.

Der zweite Teil behandelt die verschiedenen Umwandlungserscheinungen, insbesondere die Kristallisationserscheinungen bei hochpolymeren Körpern einschließlich der Sphärolithbildung sowie die Zusammenhänge zwischen Kristallisation und Konstitution. Schließlich werden in den beiden letzten Kapiteln die Einfriererscheinungen, vor allem auch die Zusammenhänge mit der chemischen Konstitution besprochen.

Bisher erschienen:

Erster Band: **Die Struktur des freien Moleküls**, XXI, 609 Seiten Gr.-8°. 1952. Ganzleinen DM 69.—

Zweiter Band: **Das Makromolekül in Lösungen**, XX, 782 Seiten Gr.-8°. 1953. Ganzleinen DM 89.60

In Vorbereitung befindet sich:

Vierter Band: **Theorie und molekulare Deutung technologischer Eigenschaften hochpolymerer Werkstoffe.** (Molekulare Konstitution und Eigenschaften hochpolymerer Körper.)

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG